

VŠB – Technická univerzita Ostrava  
Fakulta strojní  
Katedra výrobních strojů a konstruování

**Technologický postup generální opravy lisu**  
**The Technological Procedure for the General Repair of a Press**

Student:

Bc. David Láník

Vedoucí diplomové práce:

doc. Ing. František Helebrant, CSc.

Ostrava 2018

VŠB - Technická univerzita Ostrava  
Fakulta strojní  
Katedra výrobních strojů a konstruování

## Zadání diplomové práce

Student: **Bc. David Láník**  
Studijní program: N2301 Strojní inženýrství  
Studijní obor: 3909T001 Konstrukční a procesní inženýrství  
Specializace: 72 Technická diagnostika, opravy a udržování  
Téma: **Technologický postup generální opravy lisu**  
**The Technological Procedure for the General Repair of a Press**  
Jazyk vypracování: čeština

Zásady pro vypracování:

Zpracujte návrh řešení technologického postupu, resp. projektu, který je nutný k provedení generální opravy daného zařízení. V rámci zadání zpracujte.

1. Rešerši a analýzu dané problematiky.
2. Obecný ideový a technický návrh řešení technologického postupu.
3. Daný návrh aplikujte na daný výrobní provoz a případ.
4. Zhodnoťte přínos daného řešení.

Další specifikace bude provedena v průběhu zpracovávání diplomové práce.

Rozsah práce min. 45 stran textu.

Seznam doporučené odborné literatury:

PAČAIOVÁ, H., SINAY, J., GLATZ, J.: *Bezpečnost a riziká technických systémů* TU v Košiciach 2009, I.vydání, 246 s., ISBN 978-80-553-0180-8  
HRABEC, L. – HELEBRANT, F. – MAZALOVÁ, J.: *Technická diagnostika a spolehlivost – III. Ustavování strojů*. VŠB – TU Ostrava, Ostrava 2007, 1.vydání, 92 s., ISBN 978 – 80 – 248 – 1449 – 0  
HELEBRANT, F. *Technická diagnostika a spolehlivost – IV. Provoz a údržba strojů*. VŠB – TU Ostrava 2008, 1. vydání, 130s., ISBN 978-80-248-1690-6  
ČSN EN 13306:2002 *Údržba – Terminologie údržby*  
ČSN EN 15628:2016 *Údržba – Kvalifikace pracovníků údržby*  
ČSN EN 13460:2009 *Údržba – Dokumentace údržby*  
*Interní podkladové materiály*

Formální náležitosti a rozsah diplomové práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

Vedoucí diplomové práce: **doc. Ing. František Helebrant, CSc.**

Datum zadání: 08.12.2017

Datum odevzdání: 21.05.2018

---

doc. Dr. Ing. Ladislav Kovář  
vedoucí katedry



---

doc. Ing. Ivo Hlavatý, Ph.D.  
děkan fakulty

Místopřísežné prohlášení studenta

Prohlašuji, že jsem celou diplomovou práci včetně příloh vypracoval samostatně pod vedením vedoucího diplomové práce a uvedl jsem všechny použité podklady a literaturu.

V Ostravě dne 21. května 2018



.....  
podpis studenta



Prohlašuji, že

- Jsem byl seznámen s tím, že na moji diplomovou práci se plně vztahuje zákon č.121/2000 Sb., autorský zákon, zejména § 35 – užití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a užití díla školního a § 60 – školní dílo.
- Beru na vědomí, že Vysoká škola Báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen „VŠB-TUO“) má právo nevýdělečně ke své vnitřní potřebě diplomovou práci užít (§ 35 odst. 3).
- Souhlasím s tím, že diplomová práce bude v elektronické podobě uložena v Ústřední knihovně VŠB-TUO k nahlédnutí a jeden výtisk bude uložen u vedoucího diplomové práce. Souhlasím s tím, že údaje o kvalifikační práci budou zveřejněny v informačním systému VŠT-TUO.
- bylo sjednáno, že s VŠB-TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu §12 odst. 4 autorského zákona.
- Bylo sjednáno, že užít své dílo – diplomovou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše)
- Beru na vědomí, že odevzdáním své diplomové práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, bez ohledu na výsledky její obhajoby.

V Ostravě: 21. května 2018

Jméno a příjmení autora

Adresa trvalého pobytu



.....  
podpis

Bc. David Láník

Oráčova 1, 70030, Ostrava

## ANOTACE DIPLOMOVÉ PRÁCE

LÁNÍK D. *Technologický postup generální opravy lisu*: Diplomová práce.

OSTRAVA: VŠB – Technická universita Ostrava, Fakulta strojní, Katedra výrobních strojů a konstruování, 2018, 53 s. Vedoucím práce: doc. Ing. František Helebrant, CSc.

Diplomová práce se zabývá postupem generální opravy a modernizací excentrického lisu LE400C. Řeší vzniklé problémy při generální opravě. Tento stroj byl odstaven z výrobního procesu a dlouhodobě uskladněn v prostorách nefunkčních a momentálně nepotřebných zařízení. Firma, která se zabývá nákupem, opravou odstavených, nefunkčních strojů a následně jejich prodejem zakoupila právě lis LE400C, pro který našla konečného zájemce. Odloučená výrobní firma s malým rozpočtem se rozhodla pro rozšíření výrobní linky zakoupit lis. Zakoupení staršího lisu po generální opravě, u kterého je zaručeno srovnatelných parametrů, jako u nového stroje se jeví jako dobré řešení.

## KLÍČOVÁ SLOVA

Lis, stojan, beran, předloha, spojka s brzdou, vyvažovač, rozvod vzduchu, mazání.

## ANNOTATION OF THESIS

Láník D. *The Technological Procedure for the General Repair of a Press: Bachelor Thesis*.

OSTRAVA: VŠB - Technical University of Ostrava, Faculty of Mechanical Engineering, Department of Production Machines and Design, 2018, 53 s. Thesis head: doc. Ing. František Helebrant, CSc.

The submitted thesis is focused on process of general repair and modernization of eccentric press LE400C. It is solving discovered issues during general repair. The machine stopped producing and stored for long time in area for unfunctional and for the moment not needed machines. Company, which is focusing on buying the machines, repairing stored machines, unfunctional machines followed by their selling bought the press LE400C for which found the customer. Separated manufacturing company with a small budget decided to extend production lines and buy the press. Purchase of the old press after general repair, which can have similar characteristic like a new press seems like good solution.

## KEYWORDS

Press, frame, ram, clutch – brake, balancer, air distribution, lubrication.

## Obsah

|        |                                                                  |    |
|--------|------------------------------------------------------------------|----|
| 1      | Úvod.....                                                        | 2  |
| 2      | Tvářecí stroje.....                                              | 5  |
| 3      | Lis LE400C .....                                                 | 6  |
| 4      | Technologický postup generální opravy lisu .....                 | 10 |
| 4.1.1  | Požadavky objednatele .....                                      | 11 |
| 4.1.2  | Harmonogram opravy.....                                          | 13 |
| 4.1.3  | Převoz lisu .....                                                | 13 |
| 4.1.4  | Příprava pracoviště k opravě lisu .....                          | 13 |
| 5      | Demontáž lisu LE400C .....                                       | 14 |
| 5.1.1  | Demontáž krytů .....                                             | 14 |
| 5.1.2  | Demontáž elektromotoru a demontáž elektro prvků a kabeláže ..... | 14 |
| 5.1.3  | Demontáž hnané řemenice včetně spojky/brzdy .....                | 14 |
| 5.1.4  | Demontáž třecí spojky s brzdou na dílčí části .....              | 15 |
| 5.1.5  | Demontáž vodících lišt, beranu a ojnice.....                     | 15 |
| 5.1.6  | Demontáž ojnice na dílčí částí.....                              | 16 |
| 5.1.7  | Demontáž ozubeného kola a výstředníkové hřídele .....            | 16 |
| 5.1.8  | Demontáž pastorkové hřídele .....                                | 19 |
| 5.1.9  | Demontáž potrubního rozvodu vzduchu a jeho příslušenství.....    | 19 |
| 5.1.10 | Demontáž potrubního rozvodu mazání a jeho příslušenství.....     | 20 |
| 6      | Příprava na montáž lisu .....                                    | 20 |
| 7      | Montáž excentrického lisu LE400C .....                           | 24 |
| 7.1.1  | Montáž kluzných bronzových pouzder .....                         | 24 |
| 7.1.2  | Montáž pastorkové hřídele .....                                  | 25 |
| 7.1.3  | Montáž výstředníkové hřídele .....                               | 26 |
| 7.1.4  | Montáž ojnice a beranu .....                                     | 27 |
| 7.1.5  | Montáž vyvažovacích válců .....                                  | 29 |
| 7.1.6  | Montáž vodících lišt .....                                       | 29 |

|        |                                                      |    |
|--------|------------------------------------------------------|----|
| 7.1.7  | Montáž spojky s brzdou.....                          | 30 |
| 7.1.8  | Montáž rozvodu vzduchu .....                         | 33 |
| 7.1.9  | Montáž centrálního mazání .....                      | 35 |
| 7.1.10 | Montáž pohonu .....                                  | 37 |
| 7.1.11 | Montáž vačkového spínače a řetězového pohonu .....   | 38 |
| 7.1.12 | Montáž ochranných krytů a bezpečnostních prvků ..... | 39 |
| 7.1.13 | Montáž elektro výzbroje.....                         | 40 |
| 8      | Zkouška lisu před uvedením do provozu .....          | 42 |
| 9      | Převoz lisu.....                                     | 46 |
| 10     | Základní technické údaje lisu.....                   | 47 |
| 11     | Vyhodnocení generální opravy .....                   | 48 |
| 12     | Závěr .....                                          | 49 |

## SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ

|          |                                        |
|----------|----------------------------------------|
| C        | přídavná vzdálenost                    |
| D        | průměr                                 |
| DN       | jmenovitá světlost                     |
| e        | Eulerovo číslo                         |
| F        | síla                                   |
| K        | parametr rychlosti přibližování tělesa |
| m        | hmotnost                               |
| NS       | nákladové středisko                    |
| OK       | ocelová konstrukce                     |
| P        | výkon                                  |
| Ra       | drsnost                                |
| S        | minimální bezpečná vzdálenost          |
| sd       | brzdná dráha                           |
| T        | čas doběhu                             |
| t        | teplota                                |
| $\alpha$ | součinitel teplotní roztažnosti        |
| $\mu$    | koeficient tření                       |
| $\pi$    | Ludolfovo číslo                        |

# 1 Úvod

Stroje a zařízení, pracující ve výrobním procesu, musí splňovat určité nároky na bezpečnost a spolehlivost. Servisní údržba, nebo určitá oprava zařízení odstraňuje závady vzniklé provozováním stroje. Do údržbářské činnosti lze zahrnout servisní, plánované, střední a v neposlední řadě složitější generální opravy. Každá oprava, renovace, nebo modernizace stroje zvyšuje jeho životnost a spolehlivost.

## – Servisní údržba

nebo také nazývaná jako servisní zajištění výrobního provozu. Tato údržbářská činnost spočívá v odstranění poruchy během výrobního provozu a zabráňuje výpadkům ve výrobě a neplánovaným odstávkám. Při poruše, která je rozsáhlejšího charakteru se často volí provizorní oprava a naplánuje se řádná oprava.

## – Plánovaná údržba

Je to program, při kterém jsou pravidelně, plánovaně a systematicky prováděny inspekční a revizní kontroly, seřizování, mazání, výměna a doplnění mazacích prvků. K solidnímu programu plánované údržby patří metoda vedení záznamů, s jejichž pomocí mohou být lépe sledovány náklady na údržbu. Jak často je nutné provádět plánovanou údržbu, závisí na pracovním vytížení zařízení. Jsou-li pracovní podmínky stroje čisté a nenáročné, může být časový odstup plánování údržby prodloužen. Pokud jsou pracovní podmínky stroje velmi špinavé a náročné musí být tento časový interval zkrácen. Z tohoto hlediska je časové období plánování údržby přizpůsobeno náročnosti využití stroje.

## – Střední oprava

Střední oprava patří mezi plánované opravy a většinou vychází ze záznamu o stavu zařízení. Tento záznam je pořízen z pravidelných inspekčních, revizních prohlídek a z knihy poruch zařízení. Technický pracovník pověřený sledováním stavu zařízení vyhodnotí strojní uzel, který je opotřebovaný a hrozí nebezpečí poruchy a delší odstávky stroje. Poté se naplánuje nejbližší možná odstávka a termín opravy tak, aby nejlépe vyhovovala provozovateli z hlediska výroby a zakázek. Oprava je zaměřená pouze na určitý strojní celek např. oprava vedení lisu.

## – Generální oprava

Generální oprava patří mezi složitější plánované opravy a vychází z prognózy celkové životnosti stroje. Pro tak rozsáhlou opravu je určen tým odborných pracovníků v profesi strojní a elektro, konstruktéři, programátoři atd. Před samotnou opravou probíhají přípravné operace a diagnostika stavu stroje, příprava náhradních dílů, přípravků pro demontáž a montáž. Oprava zpravidla bývá při delší odstávce a rekonstrukci celé výrobní linky. Oprava je zaměřena na výměnu všech opotřebovaných strojních částí a k navrácení původních parametrů stroje pro udržení kvality výroby a provozu. Taktéž se musí zohlednit, zda je vhodná generální oprava z hlediska ekonomického, nebo raději investovat do nového moderního stroje.

Jednou z plejády firem, které se zabývá údržbářskou činností a zajištěním provozu, jsou odborní pracovníci údržby firmy VÍTKOVICE MECHANIKA a.s. Podílí se na realizaci středních a generálních oprav nejrozličnějších strojů z bohatého strojního parku Vítkovic. Spolupracují na výstavbě nových výrobních linek a modernizacích strojů. Ve výčtu těchto činností uvedu několik příkladů, které by měly ukázat dosažené výsledky práce a technické i profesní možnosti servisního střediska.

Na přelomu let 1977-78 byla realizována rozsáhlá generální oprava lisu 120 MN, při které bylo zcela modernizováno ovládání lisu z ručního mechanického na elektrohydraulický systém s možností ručního – poloautomatického a automatického kování. Ve spolupráci s původním výrobcem lisu firmou Škoda Plzeň, byly vyměněny téměř všechny hlavní díly lisu.



Obr. 1 Lis 120 MN po GO [10]

V r. 1989 došlo k poškození 68t vážící střední vložky, která přenáší sílu od hlavního lisovního válce do horní traverzy. Na základě návrhu techniků údržby byla provedena provizorní havarijní oprava, a tím zabráněno neplánované odstávce lisu. Poté byla připravena nová střední vložka lisu, která byla úspěšně vyměněna.



Obr. 2 Lis 120 MN s kováčím manipulatorem [10]

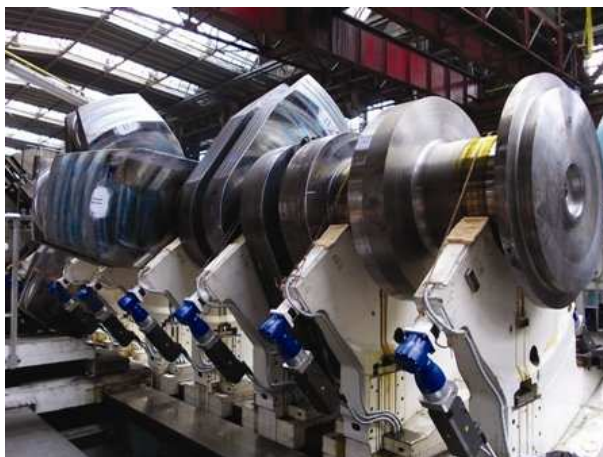
V období let 1993-97 proběhla projekční příprava a realizace rekonstrukce dvou kováčích jeřábů o nosnosti 300t se čtyřmi kočkami na jednom jeřábu, při které bylo provedeno zesílení OK pro zvýšení nosnosti na 330t. Byly vyměněny původní nedostatečně tuhé příčníky mostu za zcela nové, s tužší konstrukcí. Dále byly demontovány staré, pevné kabiny a namontovány kabiny zcela nové koncepce se samostatným pojezdem. Proběhla modernizace napájení koček a kabin jeřábů el. proudem.



Obr. 3 Jeřáb 330t [10]



V roce 2004 byla zahájena kooperace v rámci grantového úkolu s VŠB Technickou univerzitou Ostrava, Západočeskou univerzitou v Plzni a společností Kopretina. Jednalo se o řešení přesného ustavení klikové hřídele při dokončovacích operacích na soustruhu za pomoci systému automatického aktivního řízení lunet. Na toto řešení byly uděleny dva patenty a dva užité vzory. Tento systém byl taktéž prezentován na 54. MSV 2012 v Brně a získal čestné uznání v soutěži o zlatou medaili.



Obr. 4 Uložení hřídele [6]

*„Údržba je prostředkem k ovládnutí a snižování rizika provozu“ [2]*

## 2 Tvářecí stroje

Tvářecí stroje slouží pro změnu tvaru materiálů. Trvalou změnou materiálu můžeme dosáhnout lepších materiálových vlastností. Materiál můžeme tvarovat buď za studena, nebo za tepla. Tváření materiálů patří mezi beztržkové pracovní operace. Mezi tvářecí stroje patří i zařízení pro stříhání, neboť z technologického hlediska je to přechod mezi obráběním a tvářením. [1]

Mezi tvářecí stroje patří:

- lisy,
- buchary,
- ohýbací stroje,
- válcovací stroje,
- protahovací stroje.

### 3 Lis LE400C

#### Základní části stroje

- Rám lisu (stojan),
- beran,
- předloha,
- výstředníková hřídel,
- třecí spojka, brzda,
- pohon lisu,
- rozvod vzduchu,
- systém mazání lisu,
- kryty.

#### Rám lisu (stojan)

Rám lisu je tvořen ze dvou částí. Přední část je odlita z ocelolitiny a uvnitř lisu je zesílení ve tvaru C. Zadní část je svařena a tvarována z plechů. Uvnitř je rám zpevněn U profilem a žebrováním. Přední odlitá a zadní svařená část, jsou společně spojeny svárem na základové desce. Základová deska je opatřena otvory pro ukotvení stroje na podlahu stavěcími šrouby. Pracovní stůl má otvor pro přepadávající výlisky a výstřižky. Pod otvorem pracovního stolu je prostor na sběrnou bednu těchto výlisků. Pracovní stůl je opatřen dvěma drážkami T tvaru, které slouží pro upínání přípravků, matric nebo pracovní desky. Kruhový otvor v desce je upravený pro upevnění vzduchového přidržovače.

Z čela lisu je beran, který je veden nastavitelnými vodicími lištami. Po stranách vedení beranu jsou šrouby pro nastavení požadované vůle mezi beranem a vedením. Při provozu lisu musí být třecí plochy vedení správně mazané a čisté, aby nedocházelo k opotřebením kluzných částí, nebo k zadření stroje. Z toho důvodu je na lise instalováno ztrátové mazání olejem.

V horní přední části lisu je otvor pro kluzné ložisko (bronzové pouzdro) a v zadní části je ocelové pouzdro s přírubovým bronzovým ložiskem, pro uložení výstředníkové hřídele. Ocelové pouzdro je upevněné k lisu nastavitelnými šrouby z důvodu vymezení axiální vůle mezi výstředníkovou hřídelí a kluzným uložením. Přírubové bronzové pouzdro přenáší radiální i axiální zatížení od výstředníkové hřídele. Pod uložením výstředníkové hřídele v zadní části lisu jsou dva otvory pro valivá ložiska pastorkové hřídele.

## **Beran**

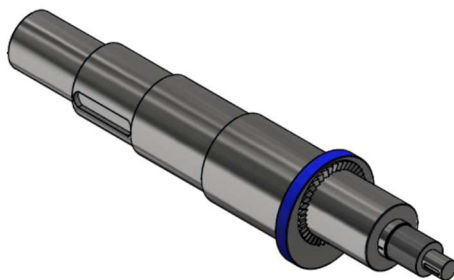
Na výstředníkové hřídeli je kluzně uložena ojnice, která mění točivý pohyb na přímočarý pohyb beranu. Beran je výstupním členem, a proto musí splňovat technické parametry jako je tuhost, pevnost a přesnost. Pro správný chod beranu slouží vodicí lišty, které jsou nastavitelné. Ojničním pouzdem je možno nastavit zdvih beranu, kulovým šroubem, který je zašroubovaný v ojnici se nastavuje poloha beranu. Nastavení výšky mezi beranem a stolem se provádí pomocí kulového šroubu a šnekového převodu. Samovolnému posuvu (pohybu) kulového šroubu je zabráněno aretačním segmentem, který se šrouby přitáhne k závitům kulového šroubu. Beran s ojnici je spojen koulí kulového šroubu, která je uložena v kluzné vložce příruby a ta je připevněna šrouby k beranu. Tlak je přenášen ojnici s kulovým šroubem na tlakovou miskou. Pod tlakovou miskou je střížná pojistka, která se při nadměrném zatížení deformuje. Čidlo přetížení signalizuje poruchu a dojde k zastavení motoru. Tím je chráněn lis před poškozením.

### **Předloha (pastorková hřídel)**

Pastorková hřídel má čelní šikmé ozubení a v rámu lisu je uložena ve valivých ložiscích, které jsou zajištěné proti axiálnímu posunutí KM maticí. Pastorková hřídel je poháněna motorem přes řemenový převod, jehož velká řemenice je součástí tělesa třecí spojky s brzdou. Spojka s brzdou je nasazena na evolventní drážkování na konci hřídele. Pastorková hřídel pohání přes ozubené kolo výstředníkovou hřídel.

### **Výstředníková hřídel**

Výstředníková hřídel je na jednom konci excentrická, kde je na kluzném excentrickém pouzdře uložena ojnice. Excentrické pouzdro je ocelové s bronzovou vložkou na vnitřním průměru. Do stojanu lisu je hřídel vsazena do kluzných ložisek, z nichž jedno je do stojanu nalisované a druhé pouzdro je součástí ocelového pouzdra. Mezi kluznými pouzdry je na hřídeli drážka pro pero, kde je uloženo ozubené kolo, které přenáší točivý moment z pastorkové hřídele na výstředníkovou hřídel.

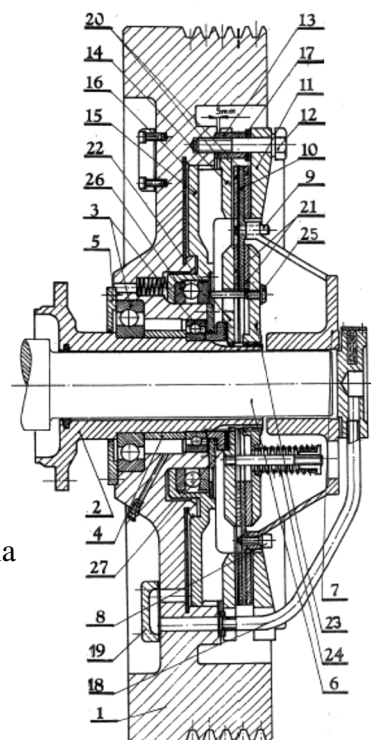


Obr. 5 Výstředníková hřídel [10]

## Spojka a brzda

Třecí spojka s brzdou je uložena na evolventní drážkování pastorkové hřídele, která pohání přes ozubení výstředníkovou hřídel. Řemenice, která je součástí setrvačníku, je nasazena na ocelovém pouzdru s valivými ložisky. Třecí spojka se skládá z pohyblivého tlačného kotouče, lamely s obložením a opěrného kotouče. Spojka je zabudovaná do setrvačníku. Opěrný kotouč je pevně spojen šrouby s rozpěrnými pouzdry k setrvačníku. Lamela s obložením je pomocí šroubů a kolíků připevněna k spojkovému kotouči, který je nasazen na drážkové hřídeli. Tlačný kotouč je veden na rozpěrných pouzdrech. V setrvačníku jsou tlakové komory utěsněné membránou a pístem, který je součástí tlačné lamely. Tlak vzduchu je přiváděn do trojramenného větvení spojky rotačním přívodem s membránou, která má přívodní otvor a výfukové otvory. Větvením je tlakový vzduch přiváděn do tlakové komory setrvačníku pod pryžovou membránu. Vlivem tlaku vzduchu se membrána prohne a posune píst s tlačným kotoučem na lamelu s obložením, která se přitlačí na opěrný kotouč a spojí spojku. Spojka přenesení točivý moment ze setrvačníku na pastorkovou hřídel a následně na výstředníkovou hřídel, která točivý moment přemění na posuvný a vykoná pracovní cyklus beranu. Bezpečnostní ventil Herion ovládaný elektromagnetem určuje přívod vzduchu do spojky. Při přerušení dodávky tlaku vzduchu do spojky, vratné pružiny posunou lamely zpět do původní polohy a beran se zastaví.

- |                            |                             |
|----------------------------|-----------------------------|
| 1. setrvačník              | 15. píst                    |
| 2. ocelové pouzdro         | 16. membrána                |
| 3. radiální valivé ložiska | 17. podložka                |
| 4. distanční pouzdro       | 18. trojramenné větvení     |
| 5. víko setrvačníku        | 19. víko tlakové komory     |
| 6. pastorková hřídel       | 20. obložení spojky         |
| 7. kotouč                  | 21. obložení brzdy          |
| 8. imbusový šroub          | 22. opěrný kotouč           |
| 9. kolík                   | 23. přitlačný kotouč        |
| 10. lamela s obložením     | 24. vratná (brzdná) pružina |
| 11. opěrný kotouč          | 25. odtlačovací šroub       |
| 12. šroub                  | 26. axiální ložisko         |
| 13. rozpěrné pouzdro       | 27. seřizovací podložka     |
| 14. tlačný kotouč          |                             |



Obr. 6 Třecí spojka s brzdou [6]

Poznámka:

K ovládání brzdy nesmí být použita žádná kapalina nebo stlačený vzduch kromě případů, kdy při ztrátě tlaku média se funkce brzdy zachová a spojka vypne. K ovládání brzdy se nesmějí použít membrány viz. ČSN EN 692+A1. [9]

V našem případě při ztrátě tlaku media tlakový spínač přeruší přívod vzduchu do spojky a brzda zastaví lis. Funkce brzdy je zabezpečená vratnými pružinami.

### **Pohon lisu**

Lis je poháněn elektromotorem, který má na výstupní hřídeli zabudovanou řemenici a krouticí moment je přenášen řemeny na řemenici, která je součástí setrvačníku. Motor je uložen na stojanu s drážkami pro šrouby, pro správné napnutí řemenů a ustavení motoru.

### **Rozvod vzduchu**

Tlakový vzduch slouží k ovládání třecí spojky s brzdou a vyvažovacích válců beranu. Stlačený vzduch je přiváděn do potrubí lisu přes uzavírací ventil a následně do redukčního ventilu. Pro vyrovnání spotřeby vzduchu v rozvodu slouží vzdušník a při poklesu tlaku vzduchu tlakový spínač vypne přívod elektrického proudu, aby nedocházelo k nesprávné činnosti lisu.

### **Systém mazání lisu**

Mazání lisu a všech pracovních ploch je pro spolehlivost stroje velmi důležité. Pro mazání nejkritičtějších míst je použito centrální mazání olejovou mlhou. Valivá ložiska a ostatní místa jsou mazané ručně tuhým mazivem.

### **Kryty**

Kryty plní funkci bezpečnostních prvků k zamezení úrazu, ale také snižují hlučnost stroje. Z hlediska bezpečnosti jsou montované na všechna pohyblivá ústrojí stroje a pracovní prostor.

#### 4 Technologický postup generální opravy lisu

Před zahájením samotné generální opravy musí být provedena diagnostika opravovaného stroje. Tato prohlídka by měla být nejlépe provedena za provozu stroje, pro zjištění závad, které nejsou na odstaveném stroji zřejmé.

V našem případě lis byl dlouhodobě uložen ve skladových prostorách majitele. Lis ale nebylo možné uvést do provozu z důvodu velmi špatného technického stavu. Na základě zjištěných zjevných závad majitel vypracoval technické zadání pro výběrové řízení, kde se potencionální firmy na opravu lisu ucházely o získání zakázky formou cenových nabídek. Před vypracováním cenové nabídky techničtí pracovníci fa. VÍTKOVICE MECHANIKA a.s. provedli analýzu stavu lisu přímo u majitele. Z této návštěvy pocházejí i níže uvedené fotografie. Následně výběrové řízení na opravu lisu vyhrála fa. VÍTKOVICE MECHANIKA a.s.



Obr. 7 Lis LE400C před GO [10]

Podle mého názoru se ve výběrovém řízení majitel nerozhodoval pouze na základě nejnižší ceny. Fa. VÍTKOVICE MECHANIKA a.s. umí flexibilně reagovat na možné vzniklé problémy při opravě z hlediska rozsáhlého strojního parku a zkušeností pracovníků jak v dělnických, tak i v technických profesích.

#### **4.1.1 Požadavky objednatele**

Na základě požadavků majitele lisu byla vypracována cenová nabídka a stanoven harmonogram opravy. Po vyhraném výběrovém řízení započaly přípravné práce, a to objednáním náhradních dílů dle návodu na obsluhu a údržbu výrobce. Dojednala se kooperace na zpracování nového návodu k používání excentrického lisu LE 400C podle požadavků platných norem a nařízení, zejména ČSN EN 62079 (2001), ČSN EN 692+A1 (2009) a NV 176/2008 Sb. (Směrnice 2006/42/ES).

#### **Rozsah technických požadavků zákazníka: [6]**

##### **Stojan lisu a třecí spojka**

- Frézování a zaškrabání všech činných ploch,
- nové obložení vodících lišt,
- výměna ložisek,
- výměna těsnění,
- výměna obložení lamely spojky,
- výměna pružin a kolíků spojky,
- výměna nastavovacích šroubů,
- výměna přídržných lišt beranu.

##### **Beran**

- Přerovnání a zaškrabání všech činných ploch,
- výměna střížné pojistky,
- výměna ojnicního pouzdra.

##### **Pohon lisu**

- Výměna klínových řemenů,
- výměna ložisek pastorkové hřídele,
- výměna předního a zadního pouzdra výstředníkové hřídele,
- zaleštění hřídele,
- provedení nedestruktivní diagnostiky výstředníkové a pastorkové hřídele,
- dodávka a montáž nových pneumatických prvků,
- dodávka a montáž vyvažovacích válců FESTO,
- dodávka a montáž plnicího ventilu,

- dodávka a montáž nového mazacího agregátu s rozvody TRIBOTEC,
- výměna šnekového převodu přestavování zdvihu,
- přebroušení, resp. jemné frézování se zaškrabáním povrchu spodní upínací desky,
- montáž bezpečnostních prvků, bezpečnost, CE
- návod na obsluhu a údržbu stroje.

## **Elektro**

- Dodávka nového rozváděče s elektropřístroji, uzamykatelným režimovým přepínačem, počítadlem zdvihů, bezpečnostní obvody řešené reléovou logikou s využitím bezpečnostních modulů,
- dodávka a montáž pultu s dvojručním ovládáním,
- dodávka a montáž nových koncových spínačů na stroji,
- dodávka a montáž nového koncového spínače pro signalizaci přestřihnutí střížné pojistky,
- instalace zásuvky na 24 V pro osvětlení,
- dodávka a montáž optické bezpečnostní závory před pracovní prostor lisu,
- instalace nové kabeláže, ochranných hadic, konektorové propojení s rozvaděčem,
- elektromotor – vyčištění, proměření, výměna ložisek a těsnících kroužků (gufera), nátěr.
- Dodávka elektro dokumentace a návod k obsluze stroje,
- Výchozí elektro revize,



#### 4.1.2 Harmonogram opravy

Pro generální opravu lisu LE400C byl zhotoven harmonogram opravy do pruhového diagramu (Ganttův diagram). Diagram slouží pro grafické znázornění průběhu opravy viz příloha.

#### 4.1.3 Převoz lisu

Pro převoz lisu od majitele (objednatele) do firmy Vítkovice Mechanika a.s. (zhotovitele) bylo nutné zajistit nákladní automobil s možností převážet nadrozměrné náklady. Nadrozměrný náklad proto, že výška lisu převyšovala 3600 mm. Lis nebylo možné ukotvit na automobil jinak než ve svislé poloze.

*Pro všechny demontážní práce byl použit jeřáb 20t, který je možno ovládat z podlahy haly montérem.*

#### 4.1.4 Příprava pracoviště k opravě lisu

Jeřáb na hale, v níž se oprava měla uskutečnit, měl nosnost 20t. Hmotnost lisu byla 21t. Na první pohled by došlo k přetížení jeřábu a tak muselo být provedeno provizorní opatření na zdvihovém ústrojí kočky formou seřízení brzd. Při samotném zdvihu a převozu lisu na určené pracoviště byl jeřáb pod dohledem pověřenými osobami (provozní technik zdvihacích zařízení a revizní technik zdvihacích zařízení). Když byl lis na místě, proběhlo ustavení do vodorovné roviny. Následovala stavba lešení kolem celého lisu. Lešení bylo postaveno tak, aby bylo možné operativně jakoukoliv část posunout v případě potřeby pro vynucenou manipulaci nebo demontáž dílů.



Obr. 8 Příprava pracoviště pro opravu [10]

## 5 Demontáž lisu LE400C

### 5.1.1 Demontáž krytů

Po ustavení stroje a stavbě lešení se demontovaly plechové kryty ozubeného soukolí, elektromotoru, rozvodu pneumatického systému, řemenice a kryt spojky / brzdy. Demontáž bezpečnostních krytů pracovního prostoru mezi beranem a pracovním stolem.

### 5.1.2 Demontáž elektromotoru a demontáž elektro prvků a kabeláže

Na první pohled bylo vidět, že elektromotor nebyl ustaven v rovině a chyběly kotevní šrouby elektromotoru. Po demontáži elektromotoru včetně nastavitelného základového rámu byla zjištěna prasklina řemenice elektromotoru. Zákazník byl vyzván ke schůzce a došlo k prvnímu jednání o vícepráce, jelikož výměna řemenice nebyla předmětem nabídky. Po písemném souhlasu zákazníka byla zahájena výroba nové řemenice. Následovala demontáž veškerých elektro prvků a kabeláže, nakonec byla provedena demontáž vačkového spínače.



Obr. 9 Nesprávně ustavený elektromotor [10]

### 5.1.3 Demontáž hnané řemenice včetně spojky/brzdy

Proběhla demontáž trojramenného přívodu vzduchu do spojky/brzdy. Demontovaly se řemeny, kterých mělo být podle dokumentace i podle drážek na řemenicích 6, ale řemeny byly fyzicky jen 3. Poté byla provedena demontáž samotné spojky/brzdy včetně hnané řemenice.

#### 5.1.4 Demontáž třecí spojky s brzdou na dílčí části

Před samotnou demontáží byla spojka uložena na dřevěné podložky pracovního stolu, poté proběhla demontáž šroubů a kolíků spojkového kotouče a následně byl kotouč stažen ze setrvačnicku. Následovala demontáž matic přítlačných pružin a jejich odstranění. Poté bylo možné demontovat obvodové šrouby přítlačného kotouče a demontovat samotný kotouč. Provedli jsme demontáž šroubů opěrného kotouče a vyjmuli kotouč. Následně byla vyjmuta vodicí pouzdra a lamela s obložením. Dále se demontovaly šrouby opěrného kotouče a odstranil se kotouč ze setrvačnicku. Poté se vyjmul axiální ložisko, píst, přítlačné pružiny a gumová membrána. V poslední fázi demontáže spojky jsme na zadní straně setrvačnicku odstranili šrouby víka a demontovali víko, které zajišťuje radiální ložiska vzájemně distancované rozpěrným pouzdrem. Poté bylo možné demontovat ocelové pouzdro ze setrvačnicku.

#### 5.1.5 Demontáž vodicích lišt, beranu a ojnice

Provedla se demontáž vodicích lišt beranu, které byly na první pohled zlomené v půli. Vodicí lišty byly předmětem cenové nabídky, takže došlo k proměření, tvorbě výkresové dokumentace a posléze zahájení výroby vodicích lišt. Následovala demontáž ojnice včetně beranu. Ojnice byla stahována z výstředníkové hřídele současně s beranem, jelikož nebylo možné tyto dvě součásti kvůli dostupnosti předem oddělit. Po demontáži se provedlo očištění a rozměrová kontrola ojničního pouzdra. Pouzdro bylo opotřeбенé a dle požadavků objednatele se zahájila výroba nového pouzdra.



Obr. 10 Zlomené vodicí lišty [10]

### 5.1.6 Demontáž ojnice na dílčí části

Po demontáži ojnice a beranu z lisu následovala demontáž na dílčí části. Nejprve jsme odstranili spojovací šrouby příruby beranu a oddělili beran od ojnice. Z beranu byla demontována ještě pracovní a zároveň upínací deska. Následně jsme demontovali z ojnice excentrické ocelové pouzdro s vnitřním kluzným uložením (ložiskem). Vylisovali jsme kluzná bronzová pouzdra z ojnice a excentru. Kulový šroub jsme posunuli do koncové polohy a poté demontovali šrouby víka šnekové hřídele. Šnekovou hřídel jsme demontovali z tělesa ojnice. Provedli jsme demontáž šroubů víka šnekového kola a vyšroubovali jsme kulový šroub z tělesa ojnice.



Obr. 11 Ojnice [10]

### 5.1.7 Demontáž ozubeného kola a výstředníkové hřídele

Nejdříve bylo třeba demontovat zadní ocelové pouzdro, ve kterém bylo nalisováno bronzové pouzdro a v něm uložena výstředníková hřídel. Před demontáží ocelového pouzdra si však montér všiml velké vůle v uložení ocelového pouzdra v rámu lisu. Proběhlo proměření této vůle, která činila 1,5 mm na průměru.



Obr. 12 Kontrolní měření ocelového pouzdra [10]

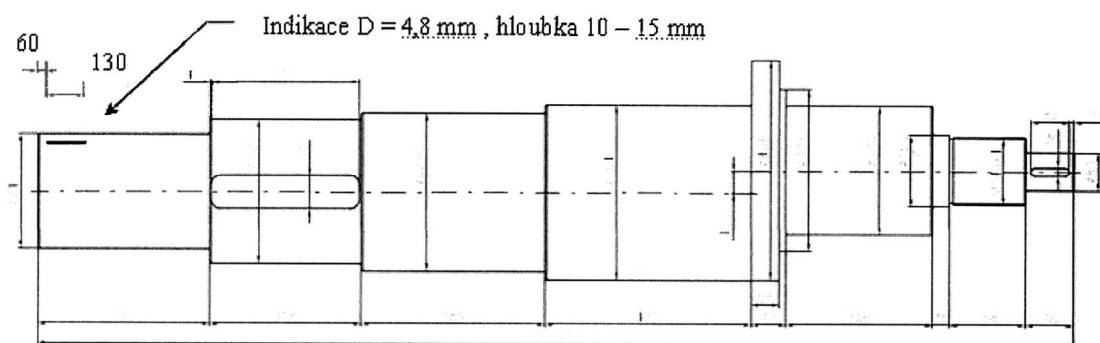
To byl druhý důvod pozvat zákazníka na schválení další více práce formou provedení kovového nástřiku obvodové plochy ocelového pouzdra v místech uložení v rámu lisu. Poté se provedla demontáž ocelového pouzdra včetně bronzového pouzdra z rámu lisu. Následovala demontáž výstředníkové hřídele a ozubeného kola, které bylo zavěšeno na jeřábu. Naposled se demontovalo ozubené kolo. Po demontáži výstředníkové hřídele proběhlo kontrolní proměření: byly kontrolovány funkční průměry na házivost a válcovitost – všechna měření byla s vyhovujícími výsledky do 0,05 mm. Dále proběhla nedestructivní zkouška na zjištění případných povrchových či vnitřních trhlin výstředníkové hřídele magnetickou metodou a ultrazvukovou metodou. Výsledky tohoto měření odhalily trhliny.

## Nedestruktivní zkouška

Již v přípravné fázi jsme počítali s nedestruktivní zkouškou výstředníkové hřídele a to především z důvodu rázového zatížení a také kvůli pravděpodobné havárii lisu, čemuž nasvědčovaly zlomené přídržné lišty beranu. Nedestruktivní zkouška ultrazvukem a magnetickou metodou výstředníkové hřídele provedla fa. VÍTKOVICE TESTING CENTER s.r.o. Zkouška ultrazvukem odhalila protáhlou podpovrchovou indikaci Ø 4,8 mm o délce 130 mm v hloubce 10–15 mm, což je vidět na obrázku z protokolu. Magnetická metoda našla dvě oblasti se sítí povrchových trhlin o rozměrech 170 x 600 mm a 180 x 60 mm, které jsou znázorněny na obrázku z protokolu.

### Použitý přístroj pro metodu ultrazvukem [6]

- Přístroj – Olympus EPOCH 600,
- vazební prostředí – olej,
- nastavení citlivosti – AVG,
- frekvence – 4 MHz,
- práh registrace – 3 mm,
- kalibrační měrka – K1, K2,
- typ sondy – B4S-E, MSEB4-E
- zkušební rozsah -0-500 mm.

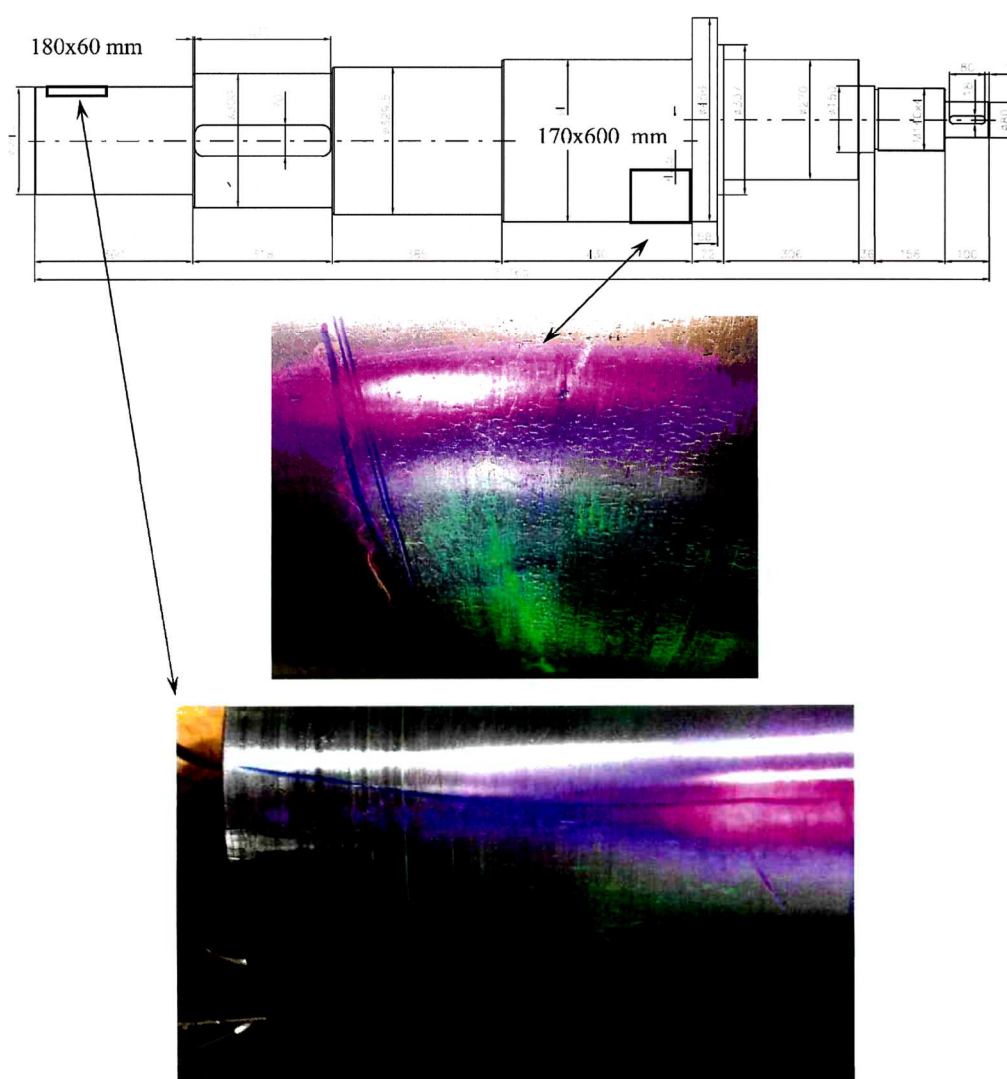


Obr. 13 Zkouška ultrazvukem [6]



### Použitý přístroj pro magnetickou metodu [6]

- Ruční elektromagnet – ATG RUM 230,
- metoda – fluorescenční mokrá
- typ magnetizace – JHO AC,
- měrka – Bertholdova,
- druh prášku – PFINDER 115.





Obr. 14 Magnetická zkouška [6]

Na základě těchto zjištění byla svolána další schůzka se zákazníkem. Rozhodovalo se o výrobě nové výstředníkové hřídele. Z časových důvodů a z důvodu značných cenových nákladů se zákazník rozhodl výstředníkovou hřídel zachovat i přes tyto drobné povrchové vady.

## 5.1.8 Demontáž pastorkové hřídele

Po demontáži horní předlohy tvořené výstředníkovou hřídelí a ozubeným kolem bylo možné demontovat soudečková ložiska pastorkové hřídele a následně pastorkovou hřídel. Proběhla nedestructivní zkouška případných povrchových či vnitřních trhlin pastorkové hřídele magnetickou metodou a ultrazvukovou metodou. Výsledky tohoto měření dopadly pozitivně. Pastorková hřídel byla bez jakýchkoliv závad.

| VÍTKOVICE<br>VITKOVICE TESTING CENTER s.r.o.<br>Poměrův 584/42, Hulvíky<br>703 00 Ostrava                                                                                                                                                                                      |                                                                                       | EXAMINATION RECORD<br>PROTOKOL O ZKOUŠENÍ<br>No.č.: VTC.40 / 3 / 90550 / 17<br>Rev./Rev. 0 |                       | Page: 1 / 1<br>Strana:               |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|--------------------------------------|
| Customer, address:<br>Zákazník, adresa:                                                                                                                                                                                                                                        | VITKOVICE MECHANIKA a.s., Ruská 2929/101a Vitkovice, 703 00 Ostrava                   |                                                                                            |                       |                                      |
| Purchaser:<br>Objednatel:                                                                                                                                                                                                                                                      | F.M.T. Group s.r.o.                                                                   |                                                                                            |                       |                                      |
| Client's notes:<br>Ostatní poznámky pro objednatele:                                                                                                                                                                                                                           | -                                                                                     |                                                                                            |                       |                                      |
| Project/Objekt:                                                                                                                                                                                                                                                                | Oprava lisu LE400C                                                                    | Purch. Order No.:<br>Kонтракт č.:                                                          | 38/909/17             |                                      |
| Component:<br>Komponent:                                                                                                                                                                                                                                                       | Pastorková hřídel                                                                     | Shop Order No.:<br>Výrobni zkuš. č.:                                                       | 1-909-1434-7          |                                      |
| Time of Examination:<br>Výrobni měř.:                                                                                                                                                                                                                                          | -                                                                                     | Heat Treatment:<br>Teplota zpracování:                                                     | -                     |                                      |
| Place of Exam:<br>Místo zkoušení:                                                                                                                                                                                                                                              | VITKOVICE MECHANIKA a.s.                                                              |                                                                                            |                       |                                      |
| Extent of Examination:<br>Rozsah zkoušení:                                                                                                                                                                                                                                     | 100% mimo ozubení a závitů                                                            |                                                                                            |                       |                                      |
| Specification, Level:<br>Specifikace, úroveň připustnosti:                                                                                                                                                                                                                     | ČSN EN 10228-1 17.3                                                                   | Examination acc.:<br>Zkoušení dle:                                                         | ČSN EN 10228-1        |                                      |
| Special Requirements:<br>Zvláštní požadavky/poznámka:                                                                                                                                                                                                                          | -                                                                                     |                                                                                            |                       |                                      |
| <b>MAGNETIC PARTICLE TESTING<br/>ZKOUŠENÍ MAGNETICKOU METODOU MT</b>                                                                                                                                                                                                           |                                                                                       |                                                                                            |                       |                                      |
| Identification No.:<br>Označení č.:                                                                                                                                                                                                                                            | -                                                                                     | Drawing No.:<br>Výkres č.:                                                                 | -                     |                                      |
| Heat No.:<br>Teplota č.:                                                                                                                                                                                                                                                       | -                                                                                     | Dimension:<br>Rozměr:                                                                      | -                     |                                      |
| Probe No.:<br>Zkouška č.:                                                                                                                                                                                                                                                      | -                                                                                     | Material:<br>Materiál:                                                                     | -                     |                                      |
| Equipment/Reg. No.:<br>Přístroj/Úst. č.:                                                                                                                                                                                                                                       | ATO RUM 230/48030404                                                                  |                                                                                            |                       |                                      |
| Magn. Part Technique:<br>Typ magnetizace:                                                                                                                                                                                                                                      | JHO AC                                                                                | Magn. Field Indicator:<br>Měrná:                                                           | Bertholdova           |                                      |
| Type of Magn. Particle:<br>Druh částic:                                                                                                                                                                                                                                        | PIFINDER 115                                                                          | Method:<br>Metoda:                                                                         | fluorescenční - mokrá |                                      |
| Contact Surface Condition:<br>Stav zkušebního povrchu:                                                                                                                                                                                                                         | opracovaný                                                                            |                                                                                            |                       |                                      |
| Tested by:<br>Zkoušel:                                                                                                                                                                                                                                                         | Bc. Smažák Vladimír / 3197-CERT-NDT-0296-14/2, Čabaj Ondřej / 3197-CERT-NDT-0120-12/2 |                                                                                            |                       |                                      |
| Classification:<br>Klasifikace:                                                                                                                                                                                                                                                | Vyhovuje bez záznamu                                                                  |                                                                                            |                       |                                      |
| Date of Examination:<br>Datum zkoušení:                                                                                                                                                                                                                                        | 21.07.2017                                                                            |                                                                                            |                       |                                      |
| Note:<br>Poznámka:                                                                                                                                                                                                                                                             | -                                                                                     |                                                                                            |                       |                                      |
|                                                                                                                                                                                             |                                                                                       |                                                                                            |                       |                                      |
| Testing Technician:<br>Zkušební technik:                                                                                                                                                                                                                                       | Věra Ptáková                                                                          | Date:<br>Datum:                                                                            | 24.07.2017            | Signature:<br>Podpis: <i>Ptáková</i> |
| Customer:<br>Zákazník:                                                                                                                                                                                                                                                         | Inspection Agency:<br>Přijímací agentura:                                             |                                                                                            |                       |                                      |
| Statement:<br>Prohlášení: Results are related only to tested object. Record shall be reproduced only with written permission of VTC.<br>Dosazené výsledky se týkají pouze zkoušeného předmětu. Protokol nesmí být bez písemného souhlasu zkušebny reprodukován jinak než celý. |                                                                                       |                                                                                            |                       |                                      |

| VÍTKOVICE<br>VITKOVICE TESTING CENTER s.r.o.<br>Poměrův 584/42, Hulvíky<br>703 00 Ostrava                                                                                                                                                                                      |                                                                                       | EXAMINATION RECORD<br>PROTOKOL O ZKOUŠENÍ<br>No.č.: VTC.40 / 3 / 90550 / 17<br>Rev./Rev. 0 |                | Page: 1 / 1<br>Strana:               |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|--------------------------------------|
| Customer, address:<br>Zákazník, adresa:                                                                                                                                                                                                                                        | VITKOVICE MECHANIKA a.s., Ruská 2929/101a Vitkovice, 703 00 Ostrava                   |                                                                                            |                |                                      |
| Purchaser:<br>Objednatel:                                                                                                                                                                                                                                                      | F.M.T. Group s.r.o.                                                                   |                                                                                            |                |                                      |
| Client's notes:<br>Ostatní poznámky pro objednatele:                                                                                                                                                                                                                           | -                                                                                     |                                                                                            |                |                                      |
| Project/Objekt:                                                                                                                                                                                                                                                                | Oprava lisu LE400C                                                                    | Purch. Order No.:<br>Kонтракт č.:                                                          | 38/909/17      |                                      |
| Component:<br>Komponent:                                                                                                                                                                                                                                                       | Pastorková hřídel                                                                     | Shop Order No.:<br>Výrobni zkuš. č.:                                                       | 1-909-1434-7   |                                      |
| Time of Examination:<br>Výrobni měř.:                                                                                                                                                                                                                                          | -                                                                                     | Heat Treatment:<br>Teplota zpracování:                                                     | -              |                                      |
| Place of Exam:<br>Místo zkoušení:                                                                                                                                                                                                                                              | VITKOVICE MECHANIKA a.s.                                                              |                                                                                            |                |                                      |
| Extent of Examination:<br>Rozsah zkoušení:                                                                                                                                                                                                                                     | 100% mimo ozubení a závitů                                                            |                                                                                            |                |                                      |
| Specification, Level:<br>Specifikace, úroveň připustnosti:                                                                                                                                                                                                                     | ČSN EN 10228-3 17.3                                                                   | Examination acc.:<br>Zkoušení dle:                                                         | ČSN EN 10228-3 |                                      |
| Special Requirements:<br>Zvláštní požadavky/poznámka:                                                                                                                                                                                                                          | -                                                                                     |                                                                                            |                |                                      |
| <b>ULTRASONIC TESTING<br/>ZKOUŠENÍ ULTRAZVUKEM UT</b>                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                       |                                                                                            |                |                                      |
| Identification No.:<br>Označení č.:                                                                                                                                                                                                                                            | -                                                                                     | Drawing No.:<br>Výkres č.:                                                                 | -              |                                      |
| Heat No.:<br>Teplota č.:                                                                                                                                                                                                                                                       | -                                                                                     | Dimension:<br>Rozměr:                                                                      | -              |                                      |
| Probe No.:<br>Zkouška č.:                                                                                                                                                                                                                                                      | -                                                                                     | Material:<br>Materiál:                                                                     | -              |                                      |
| Equipment/Reg. No.:<br>Přístroj/Úst. č.:                                                                                                                                                                                                                                       | Olympus EPOCH 600/130579012                                                           |                                                                                            |                |                                      |
| Registration Limit (mm):<br>Práh registrace (mm):                                                                                                                                                                                                                              | 3 mm                                                                                  | Couplant:<br>Vazební prostředek:                                                           | olej           |                                      |
| Calibrate Sheet:<br>Kalibrační měřka:                                                                                                                                                                                                                                          | K1                                                                                    | Sensitivity Adjustment:<br>Nastavení citlivosti:                                           | AVG            |                                      |
| Frequency (MHz):<br>Frekvence (MHz):                                                                                                                                                                                                                                           | 4 MHz                                                                                 | Frequency (MHz):<br>Frekvence (MHz):                                                       | 4 MHz          |                                      |
| Typ. sonde:                                                                                                                                                                                                                                                                    | B4S-E                                                                                 |                                                                                            |                |                                      |
| Sweep Range (mm):<br>Zkoušení rozsah (mm):                                                                                                                                                                                                                                     | 0 - 300 mm                                                                            |                                                                                            |                |                                      |
| Contact Surface Condition:<br>Stav zkušebního povrchu:                                                                                                                                                                                                                         | opracovaný                                                                            |                                                                                            |                |                                      |
| Tested by:<br>Zkoušel:                                                                                                                                                                                                                                                         | Bc. Smažák Vladimír / 3197-CERT-NDT-0296-14/2, Čabaj Ondřej / 3197-CERT-NDT-0120-12/2 |                                                                                            |                |                                      |
| Classification:<br>Klasifikace:                                                                                                                                                                                                                                                | Vyhovuje bez záznamu                                                                  |                                                                                            |                |                                      |
| Date of Examination:<br>Datum zkoušení:                                                                                                                                                                                                                                        | 21.07.2017                                                                            |                                                                                            |                |                                      |
| Note:<br>Poznámka:                                                                                                                                                                                                                                                             | -                                                                                     |                                                                                            |                |                                      |
|                                                                                                                                                                                           |                                                                                       |                                                                                            |                |                                      |
| Testing Technician:<br>Zkušební technik:                                                                                                                                                                                                                                       | Věra Ptáková                                                                          | Date:<br>Datum:                                                                            | 24.07.2017     | Signature:<br>Podpis: <i>Ptáková</i> |
| Customer:<br>Zákazník:                                                                                                                                                                                                                                                         | Inspection Agency:<br>Přijímací agentura:                                             |                                                                                            |                |                                      |
| Statement:<br>Prohlášení: Results are related only to tested object. Record shall be reproduced only with written permission of VTC.<br>Dosazené výsledky se týkají pouze zkoušeného předmětu. Protokol nesmí být bez písemného souhlasu zkušebny reprodukován jinak než celý. |                                                                                       |                                                                                            |                |                                      |

Obr. 15 Protokol o zkoušení [6]

## 5.1.9 Demontáž potrubního rozvodu vzduchu a jeho příslušenství

Provedla se demontáž veškerého potrubí vzduchu, které bylo vedené jak vně, tak vnitřním prostorem lisu. Následně byly demontovány pneumatické prvky (uzavírací ventil, redukční ventily, vzdušníky). Dále byly demontovány pneumatické válce včetně konzol, na kterých byly válce uloženy a připevněny k rámu lisu. Naposledy se demontoval bezpečnostní ventil.

### **5.1.10 Demontáž potrubního rozvodu mazání a jeho příslušenství**

Provedla se demontáž veškerého potrubí mazání (tuk, olej), které bylo vedené jak vně, tak vnitřním prostorem lisu. Dále bylo demontováno čerpadlo oleje včetně jeho pohonu, a sice dvou řetězů s ozubenými kolečky, z nichž hnací kolo bylo původně namontováno na výstředníkové hřídeli; tzn. čerpadlo bylo mechanicky poháněno jen v případě pohybu výstředníkové hřídele.

#### **Zjištěné závady**

- Zlomené vodicí lišty beranu – výroba nových lišt,
- prasklá hnací řemenice – výroba nové řemenice,
- velká vůle ocelového pouzdra v rámu – nástřik ocelové vrstvy na pouzdro a frézování otvoru v rámu,
- opotřebovaná kluzná pouzdra – výroba nových pouzder,
- opotřebovaný řetězový převod a vačkový spínač – výroba nových řetězových kol a výměna vačkového spínače,
- nefunkční systém mazání – výměna za nový systém mazání,
- nefunkční pneumatické prvky – výměna za nové,
- poškozená konzola vyvažovacích válců – výroba nových konzol,
- chybějící aretace kulového šroubu – výroba nové aretační brzdy,
- chybějící kryty a poškozené kryty – výroba krytů a výměna zvukové izolace krytů,
- nefunkční elektro rozvody – kompletní výměna elektro rozvodů a rozváděcí skříně za nové dle aktuálních platných norem.

## **6 Příprava na montáž lisu**

Po kompletním očištění všech demontovaných dílů lisu a diagnostice strojních částí, následují přípravné práce pro kompletaci lisu. Pro výrobu nových dílů (vodicích lišt, bronzových pouzder, konzoly pro vyvažovací válce) a opracování rámu lisu byla vyhotovena výkresová dokumentace a v neposlední řadě výkresy pro výrobu ochranných a bezpečnostních krytů pracovního prostoru. Proběhla specifikace náhradních dílů a doobjednání dílů v katalogu výrobce lisu neuvedených. S odborným technickým poradcem v oboru výrobních strojů a zařízení byly stanoveny podmínky a požadavky na vypracování návodu k používání excentrického lisu a analýze rizik dle ČSN EN ISO 12100 (2011) pro lis LE 400C.



Rozsah analýzy rizik:

- běžný provoz,
- seřizování,
- čištění, údržba,
- vyhledávání a odstraňování závad.

### **Příprava rámu**

Očistěný rám se převezl na portálovou frézku, kde proběhlo ustavení a následné obrábění s minimálním úběrem všech činných ploch rámu lisu. Především vodicích ploch beranu, otvorů kluzných ložisek výstředníkové hřídele a úprava pracovního prostoru lisu dle výkresové dokumentace. Při kontrolním měření byla zjištěna závada na zadní části lisu, kdy zřejmě vlivem působení vnější síly (náráz při manipulaci s lisem) došlo k ohnutí rámu s otvorem pro uložení ocelového pouzdra. Na základě zjištěných skutečností se rozhodlo zadní stěnu rámu ofrézovat a opravit otvory pro uložení výstředníkové hřídele.



**Obr. 16 Rám lisu [10]**

Souběžně probíhala renovace ocelového pouzdra a to technologií žárového nástřiku. Plocha pro nástřik se musela upravit soustružením na požadovaný rozměr pro nástřik. Opracovaná plocha se musela zdrsnit závitovým nožem s úhlem špičky 45° o hloubce 0.2 mm a stoupáním 0.75 mm. Poté následovalo tryskání na stupeň čistoty Sa 3 dle ČSN ISO 8501. Postupný nástřik ocelového pouzdra plamenem byl proveden technologií WFS (nástřik kovu plamenem z drátu) dle ČSN EN 657, 5.2.2 o tloušťce povlaku cca 750<sup>+750</sup> μm.

Vlastnosti kovové vrstvy ocelového pouzdra: [5]

- materiál na bázi molybdenu Mo 99,95 %,
- tvrdost povlaku cca. 1145 HV0,05,
- odolný proti opotřebení,
- pórovitost cca. 4 %,
- opracovatelnost broušením,
- dobré kluzné vlastnosti, nízký součinitel tření,
- drsnost po nástřiku Ra 12,5μm,
- drsnost po opracování Ra 0,8 – 1,6μm.



Obr. 17 Ocelové pouzdro před renovací a po renovaci [10]

Následoval nátěr rámu a všech částí lisu. Před natěračskými pracemi došlo k odmaštění a tmelení nerovností povrchu karosářským dvousložkovým polyesterovým tmelem. Následně se povrch obrousil a zbavil nečistot vyfoukáním. Pro nátěr jsme použili dvousložkovou barvu Telpox S200 a odstín nátěru byl zvolen objednavatelem.

### **Příprava vodících lišt beranu**

Dle harmonogramu opravy lisu a výkresové dokumentace jsme vyráběli vodící lišty a kluzné přítlačné desky vodících lišt za pomoci frézování a broušení. Vodicí desky jsou opatřeny otvory pro seřizování a montáž kluzných přítlačných desek, které mají mazací drážky pro rozvod maziva po kluzné ploše. Pro výrobu vodících lišt jsme použili materiál ČSN 11 523 a kluzné desky jsou z materiálu ČSN 42 3123. Při montáži bylo provedeno zaškrabání ploch dle granitové příměrné desky.



**Obr. 18 Průběh zaškrabávání vodicích lišt [10]**

Zaškrabávání ploch jsme provedli na jakostní třídu 3, kdy počet dotykových ploch na měřený čtverec 25x25 mm bylo 10 stykových plošek.

### **Příprava spojky s brzdou**

Před kompletací třecí spojky je nutné připravit všechny komponenty potřebné pro správnou funkčnost a spolehlivost stroje. Spojka uvádí do pohybu výstředníkovou hřídel a brzda ho brzdí – rychlost zabrzdění beranu má přímý vliv na bezpečnost provozování lisu, proto musí být části spojky náležitě udržované a spolehlivé.

Oprava třecí lamely spočívá ve výměně opotřebovaného obložení, kdy je povolena minimální tloušťka obložení 5 mm. Výměnu provádíme odvrtáním stávajících měděných nýtů opotřebovaného obložení, poté odstraníme obložení a unášecí kotouč očistíme od nečistot. Nové obložení přiložíme k unášecímu kotouči a odvrtáme otvory pro nýty, následně obložení spojíme s lamelou měděným nýtovým spojem. Lamela se skládá z vnitřního obložení pro brzdu a vnějšího třecího obložení, které slouží k přenosu krouticího momentu. Další důležité součásti spojky jsou membrána, radiální, axiální ložiska, tlačné a brzdné pružiny. Správná a bezpečná funkce lisu závisí na přesném seřízení spojky a brzdy. Proto spojka s brzdou je důležitou součástí lisu.



**Obr. 19 Lamela s obložením [10]**

Začali jsme vyrábět dle zhotovených výkresů konzoly pro vyvažovací válce FESTO, dále novou řemenici na elektro motor, řetězová kola pro vačkový snímač, táhla pneumatických válců, distanční kroužek ocelového pouzdra, aretaci kulového šroubu a přípravek pro montáž spojky s brzdou.

## 7 Montáž excentrického lisu LE400C

### 7.1.1 Montáž kluzných bronzových pouzder

Opracovaný a připravený rám lisu pro montáž kluzných bronzových pouzder jsme převezli na montážní dílnu, kde znovu proběhlo ustavení do vodorovné roviny. Pro montáž kluzných ložisek jsme se rozhodli bronzové pouzdro ochladit a tím zmenšit jeho průměr pro snazší montáž. Metoda nalisováním kluzného ložiska do rámu za normální teploty je velmi obtížná z hlediska rozměru lisu a rizika deformace rámu lisu nebo pouzdra při lisování. Proto metoda natažení ložiska za studena je vhodnější a zvolená teplota dle výpočtu je dostačující pro montáž.

Výpočet změny průměru bronzového pouzdra při ochlazení:

- teplota materiálu ..... $t_1 = 18\text{ °C}$
- teplota ochlazení ..... $t_2 = -120\text{ °C}$
- součinitel tepelné roztažnosti ..... $\alpha = -14 \cdot 10^{-6}\text{ K}^{-1}$
- průměr bronzového pouzdra ..... $d = 390\text{ mm}$

$$\Delta d = d_0 \cdot \alpha \cdot \Delta t \Rightarrow d_0 \cdot \alpha \cdot (t_1 - t_0) \quad [5]$$

$$\Delta t = t_2 - t_1 \Rightarrow (-120) - 18$$

$$\Delta d = d_1 \cdot \alpha \cdot \Delta t$$

$$\Delta d = 390 \cdot (-14 \cdot 10^{-6}) \cdot (-138)$$

$$\Delta d = 0,75\text{ mm}$$

Tab. 1 Materiálové hodnoty a součinitele teplotní roztažnosti [3]

| Materiál           | Modul pružnosti v tahu E [MPa]       | Poissonovo číslo $\mu$ | Součinitel teplotní roztažnosti $\alpha$ ( $10^{-6}\text{K}^{-1}$ ) |            |
|--------------------|--------------------------------------|------------------------|---------------------------------------------------------------------|------------|
|                    |                                      |                        | ohřev                                                               | ochlazení  |
| ocel               | $(2 \text{ až } 2,1) \cdot 10^5$     | 0,3                    | 11                                                                  | -8,5       |
| temperovaná litina | $(0,9 \text{ až } 1) \cdot 10^5$     |                        | 10                                                                  | -8         |
| měď                | $1,25 \cdot 10^5$                    |                        | 16                                                                  | -14        |
| mosaz              | $0,8 \cdot 10^5$                     |                        | 18                                                                  | -16        |
| <b>bronz</b>       | $1,1 \cdot 10^5$                     |                        | 16                                                                  | <b>-14</b> |
| slitiny hliníku    | $(0,65 \text{ až } 0,75) \cdot 10^5$ |                        | 23                                                                  | -18        |
| slitiny hořčíku    | $(0,36 \text{ až } 0,47) \cdot 10^5$ |                        | 26                                                                  | -21        |
| šedá litina        | $(0,7 \text{ až } 1,05) \cdot 10^5$  | 0,25                   | 10                                                                  | -8         |

Před montáží si připravíme Dewarovy nádoby s tekutým dusíkem a izolovanou nádobu na ochlazení pouzdra. Do izolované nádoby vložíme bronzové pouzdro a poté aplikujeme tekutý dusík do nádoby. Nádobu s vloženým bronzovým pouzdrem přikryjeme víkem, abychom minimalizovali ztráty ohřevem od okolního vzduchu. Průběh ochlazování sledujeme a provádíme kontrolní měření. Při dosažení dané teploty a rozměru bronzového pouzdra vyjmeme pouzdro z izolační nádoby. Připravené bronzové pouzdro vložíme do otvoru lisu. Poté, při postupném oteplování, kontrolujeme správnost usazení pouzdra v otvoru. Usazené bronzové pouzdro zajistíme proti pootočení a posunutí. Postup metodou natažení za studena opakuje při montáži ojnicního pouzdra.

Poznámka:

Zkapalněný dusík neustále vře a dochází ke ztrátě ohřevem od okolního prostředí, proto musí být vše připraveno předem.

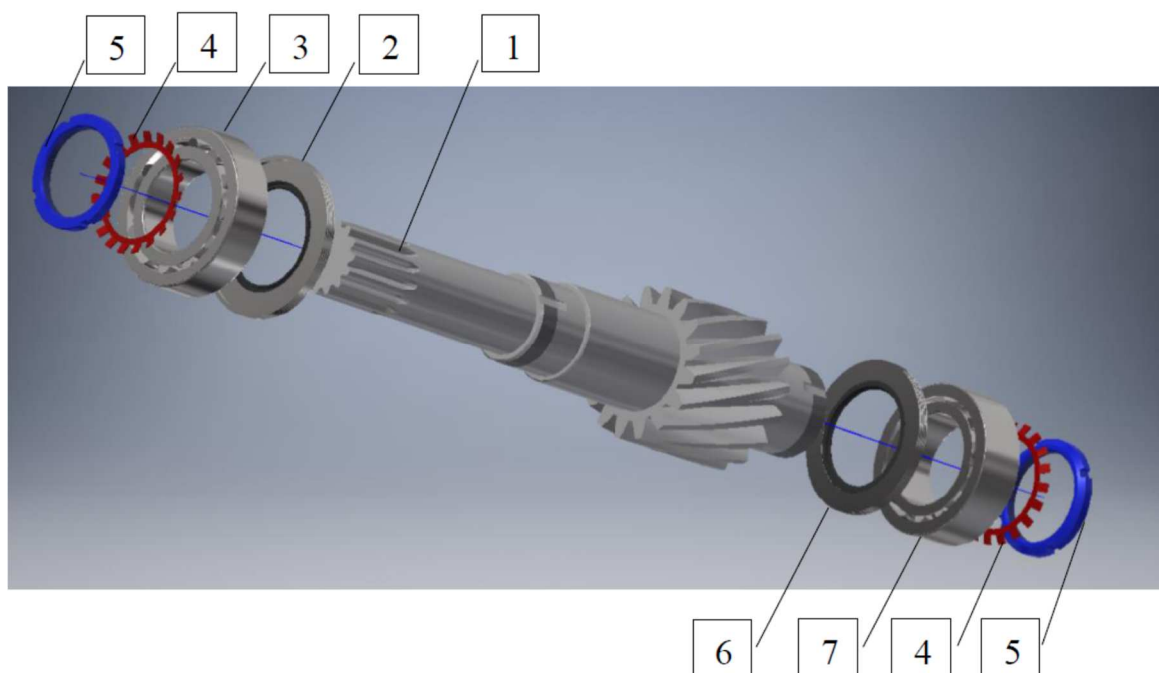
Při manipulaci se zchlazeným bronzovým pouzdrem je nutno použít speciální ochranné rukavice, aby nedošlo k omrzlinám.



Obr. 20 Montáž pouzdra [10]

### 7.1.2 Montáž pastorkové hřídele

Očištěnou a zkontrolovanou pastorkovou hřídel (1) ustavíme do montážního stojanu. Pomocí šroubů upevníme hřídel, a tak zamezíme pohybu hřídele při montáži následujících dílů. Na pastorkovou hřídel (1) od strany drážkování nasuneme vymezovací kroužek (2) a poté provedeme montáž ložiska (3), až na osazení hřídele. Pojistnou podložku MB (4) nasuneme na hřídel k ložisku (3) a dotáhneme ložisko KM maticí (5). Následně zajistíme KM matici (5) proti povolení MB podložkou (4). Stejným způsobem postupujeme na druhém konci pastorkové hřídele. Připravenou pastorkovou hřídel uvažeme na jeřáb, aby při uvolnění hřídele ze stojanu nedošlo k samovolnému pádu a poškození hřídele, nebo k úrazu. Poté demontujeme hřídel ze stojanu.



Obr. 21 Pastorková hřídel [10]

1 – Pastorková hřídel; 2 – vymezovací kroužek + těsnění techn. plst; 3 – Ložisko 22236;  
4 – Pojistná podložka MB 36; 5 – Matice KM 36; 6 – vymezovací kroužek + těsnění techn. plst;  
7 – ložisko 23136.

Uvázanou pastorkovou hřídel převezeme k ustavenému a připravenému rámu lisu. Otvory pro ložiska očistíme od nečistot a otřepů. Před montáží hřídele do rámu namažeme otvory olejem a ložiska plastickým mazivem. Montáž hřídele provádíme ze zadní strany lisu, kdy hřídel vložíme přes otvor pro ložisko, až na místo uložení. Zajištění pastorkové hřídele proti axiálnímu posunutí je zajištěno ocelovým pouzdrem spojky s brzdou.

### 7.1.3 Montáž výstředníkové hřídele

Otvory pro výstředníkovou hřídel očistíme od nečistot a otřepů. Na zadní část rámu lisu provedeme montáž ocelového pouzdra, které je připevněné nastavitelnými šrouby. Následně ukotvíme ozubené kolo na jeřáb pomocí vázacích lan tak, aby drážka pro pero byla z důvodu snadné montáže nahoře. Ozubené kolo převezeme jeřábem k rámu lisu a vložíme do ozubení pastorkové hřídele v stojanu. Provedeme aretaci ozubeného kola, aby otvor ozubeného kola byl v ose s kluzným uložením. Poté uvolníme a odejmeme vázací prostředky z ozubeného kola. V těžišti ukotvíme vázacím lanem výstředníkovou hřídel a jeřábem převezeme k lisu. Pootočíme uvázanou výstředníkovou hřídel tak, aby drážka pro pero byla v horní části hřídele. Montáž výstředníkové hřídele do kluzného uložení se provádí z přední části lisu. Hřídel namažeme olejem pro snazší montáž. Hřídel postupnými úvazy a posunováním kočky jeřábu dostáváme nejdříve do předního



kluzného uložení, následně do náboje ozubeného kola a naposled do zadního kluzného uložení. Při montáži výstředníkové hřídele do rámu dbáme na nepoškození kluzných pouzder. Výstředníkovou hřídel axiálně posuneme tak, aby bylo ozubení kola a pastorkové hřídele v jedné ose. To provedeme pomocí nastavovacích šroubů na zadním ocelovém pouzdru. Poté zaaretujeme výstředníkovou hřídel proti axiálnímu posunu pomocí podložky a odtlačných šroubů.

#### 7.1.4 Montáž ojnice a beranu

Přípravné práce:

Montáž ojničního bronzového pouzdra (2) proběhla souběžně s montáží zadního bronzového pouzdra pomocí zkapalněného dusíku.

Další díly byly repasovány. Na kulovém šroubu (4) bylo provedeno zaleštění kulové hlavy a jemné zabroušení závitu. Na šnekovém převodu hřídele a kola (9;3) bylo provedeno jemné zabroušení závitů a zaleštění válcovitých ploch.

Ojnici (1) pro montáž upevníme k montážnímu stolu přes otvor ojničního pouzdra (2), tak aby šnekový převod byl v horní části stolu. Ozubené šnekové kolo (3) vložíme do otvoru ojničního pohonu. Šnekovou hřídel (9) vložíme do uložení pohonu kulového šroubu. Lehce namažeme hřídel (9) a pomocí montážního přípravku nalisujeme ložiska (10) na hřídel. Namontujeme přední víčko včetně těsnění (11) do otvoru šnekového pohonu. Poté namontujeme krycí víčko (14) na zadní stranu šnekového převodu a tím zamezíme hřídeli axiální pohyb. Před další montáží ojnice zkompletujeme kulový šroub (4). Na kouli kulového šroubu nasuneme bronzovou vložku (5) a přírubu (6). Krycí víčko šnekového kola (7) vložíme na kulový šroub (4) a namontujeme pero (8) do drážky kulového šroubu. Připravený kulový šroub uvážeme na jeřáb tak, aby závit směřoval dolů. Pomocí jeřábu převežeme kulový šroub (4) k montážnímu místu. Vložíme kulový šroub do ojnice (1) přes šnekové kolo (3), až na závit a hákem otáčíme šroub. Částečně našroubovaný kulový šroub (4) uvolníme a odvážíme vazací lana.



Obr. 22 Upevnění ojnice [10]

Následně otáčíme kulovým šroubem a šnekovým pohonem, až pero (8) šroubu najede do drážky šnekového kola (3). Poté šrouby připevníme víčko s těsněním (7) k ojnici. Připravenou ojnici převezeme na místo určené pro montáž ojničního bronzového pouzdra (2) pomocí zkapalněného dusíku. Do ojnice s ojničním pouzdrem vložíme ocelové excentrické pouzdro (15), které je na zadní straně opatřeno pilovým ozubením.

1 – Ojnice

2 – Ojníční pouzdro

3 – Šnekové kolo

4 – Kulový šroub

5 – Kluzná vložka

6 – Příruba

7 – Víko ojnice

8 – Pero

9 – Šneková hřídel

10 – Ložisko 3306

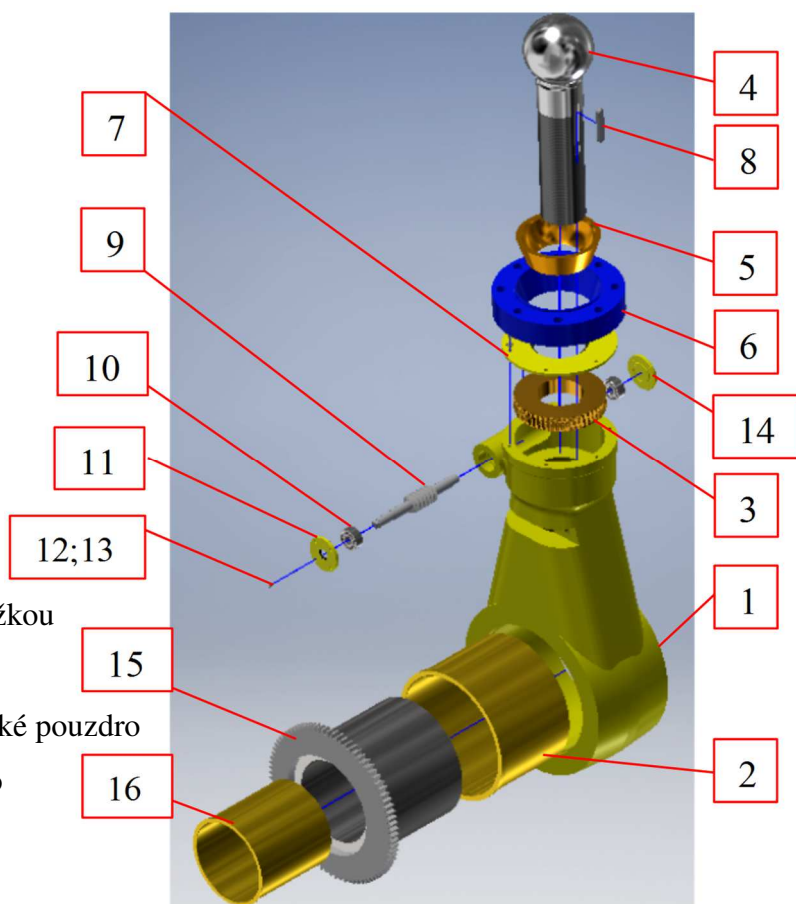
11 – Víko s těsněním

12; 13 – Šroub s podložkou

14 – Krycí víko

15 – Ocelové excentrické pouzdro

16 – Bronzové pouzdro



Obr. 23 Montáž ojnice [10]

Před montáží ojnice na výstředníkovou hřídel ustavíme beran na dřevěné podložky pracovního stolu lisu. Do vybrání beranu vložíme střižnou pojistku, která chrání lis před poškozením při nadměrném zatížení. Při poškození střižné pojistky je pro snadnou výměnu na přední stěně beranu otvor pro výměnu. Poté na střižnou pojistku do vybrání beranu usadíme tlakovou misku, která přenáší sílu z kulového šroubu při lisování. Ojnici uvážeme na jeřáb pomocí oka, které namontujeme na horní část ojnice. Následně provedeme montáž ojnice na výstředníkovou hřídel, která je zabudována v lise. Ojnici s excentrickým pouzdrem posuneme na osazení výstředníkové hřídele. Osazení hřídele má pilové ozubení, které musí být v záběru s excentrickým pouzdrem, které je opatřeno tímž ozubením. Ozubení slouží k aretaci nastaveného zdvihu beranu.



Na vystředníkovou hřídel nasuneme příložku, která je částečně uložena v ocelovém pouzdru. Pootočení příložky je zamezeno kolíkem ve vystředníkové hřídeli. Následně našroubujeme na výstředníkovou hřídel matici, která tlačí přes příložku excentrické pouzdro do záběru. Následně namontujeme druhou matici cca 3mm od matice, která má po obvodě otvory se závity pro šrouby. Šrouby vytvoříme předpětí a tím pojistíme matice proti povolení.

Beran uvážeme na jeřáb a mírně přizvedneme, až koule kulového šroubu dosedne do tlakové misky. Šrouby připevníme přírubu k beranu. Beran opět podložíme dřevěnými podložkami a jeřáb uvolníme.

### 7.1.5 Montáž vyvažovacích válců

Před montáží jsme si vyrobili dle vytvořené výkresové dokumentace konzoly a táhla pro vyvažovací válce FESTO, které dle požadavku zákazníka nahradily původní pneumatické válce. Zhotovené konzoly namontujeme z přední strany na rám lisu pomocí šroubů. Válec uvážeme na jeřáb tak, aby pístnice směřovala dolů, poté vložíme do otvoru konzoly a přichytíme šrouby. Provedeme montáž příruby na táhlo a zajistíme kolíkem. Následně namontujeme táhlo s přírubou na závit pístnice vyvažovacího válce a zajistíme maticí. Pístnice vyvažovacích válců vysuneme a připevníme šrouby příruby na horní část beranu a odstraníme dřevěné podložky pod beranem. Vyvažovací válce neslouží pouze pro vyvážení hmotnosti beranu s nástrojem, ale vymezují vůle v celém klikovém mechanismu a pomáhá při vratném pohybu beranu do horní polohy.

### 7.1.6 Montáž vodicích lišt

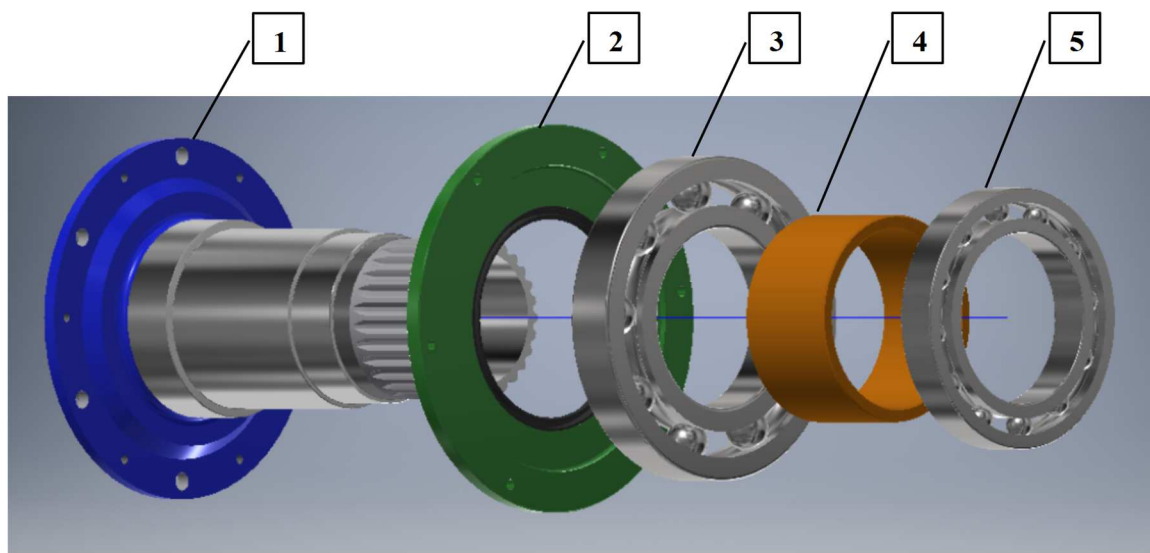
Před montáží vodicích lišt ustavíme beran tak, aby upínací plocha beranu byla rovnoběžná s protiplochou a do osy výstředníkové hřídele. Připravené vodicí lišty ustavíme na přední stranu rámu lisu a přichytíme šrouby. Seřizovací šrouby vodicích lišt umístěné po stranách vedení namontujeme a vymezíme vůli mezi beranem a vodicími lištami. Pro standardní provoz lisu se vůle mezi beranem a lištami nastavuje 0,1 mm. Vyžaduje-li provoz přesnější chod beranu, nastavíme vůli v lištách 0,05 mm. Seřízení vůle ve vedení závisí na pracovním vytížení zařízení a požadavku na přesnosti práce. Vůli ve vedení volíme od  $0,07 \div 0,15$  mm, záleží na ustavení výšky beranu a na okolní teplotě.



Obr. 24 Ustavení beranu [10]

### 7.1.7 Montáž spojky s brzdou

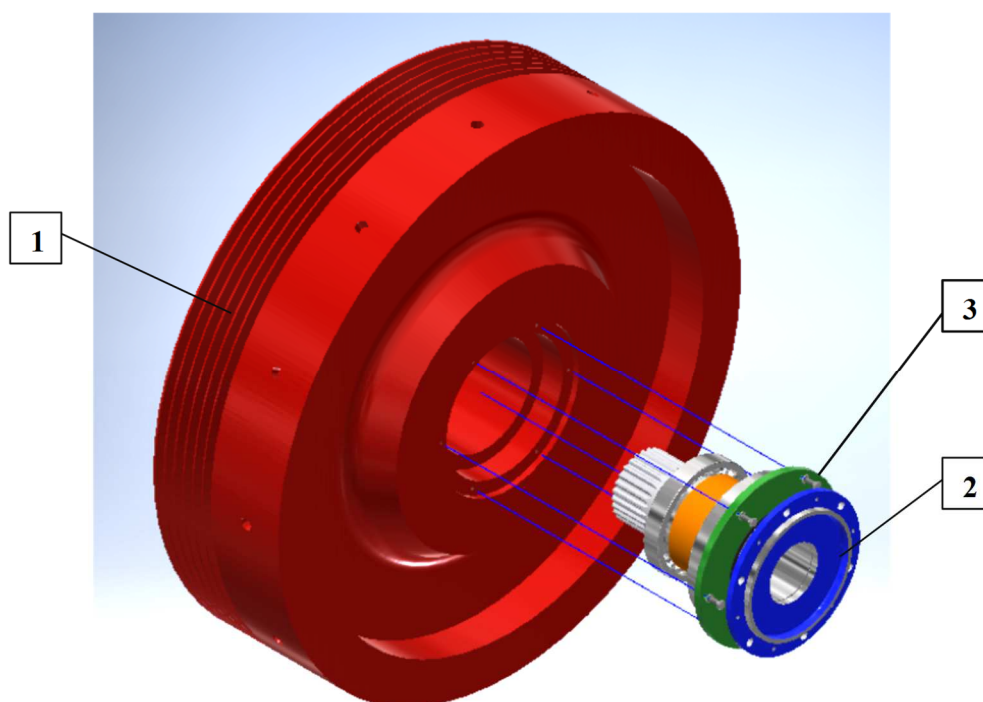
Na ocelové pouzdro (1) vložíme víko setrvačníku s těsněním (2); ocelové pouzdro (1) lehce namažeme olejem a nalisujeme ložisko (3) až na osazení ocelového pouzdra. Poté na ocelové pouzdro usadíme rozpěrné pouzdro (4), které vymezuje vzdálenost mezi ložisky (3;5) a nalisujeme ložisko (5).



obr. 25 Montáž ocelového pouzdra [10]

1 – ocelové pouzdro; 2 – víko + těsnění tech. plst; 3 – ložisko 6240; 4 – distanční kroužek; 5 – ložisko 6038

Setrvačnick ustavíme na montážní stůl tak, aby zadní část směřovala vzhůru, do otvoru setrvačnick vložíme ocelové pouzdro obr. č.26. Zkontrolujeme správnost usazení ložisek a šrouby připevníme víko setrvačnick (3).

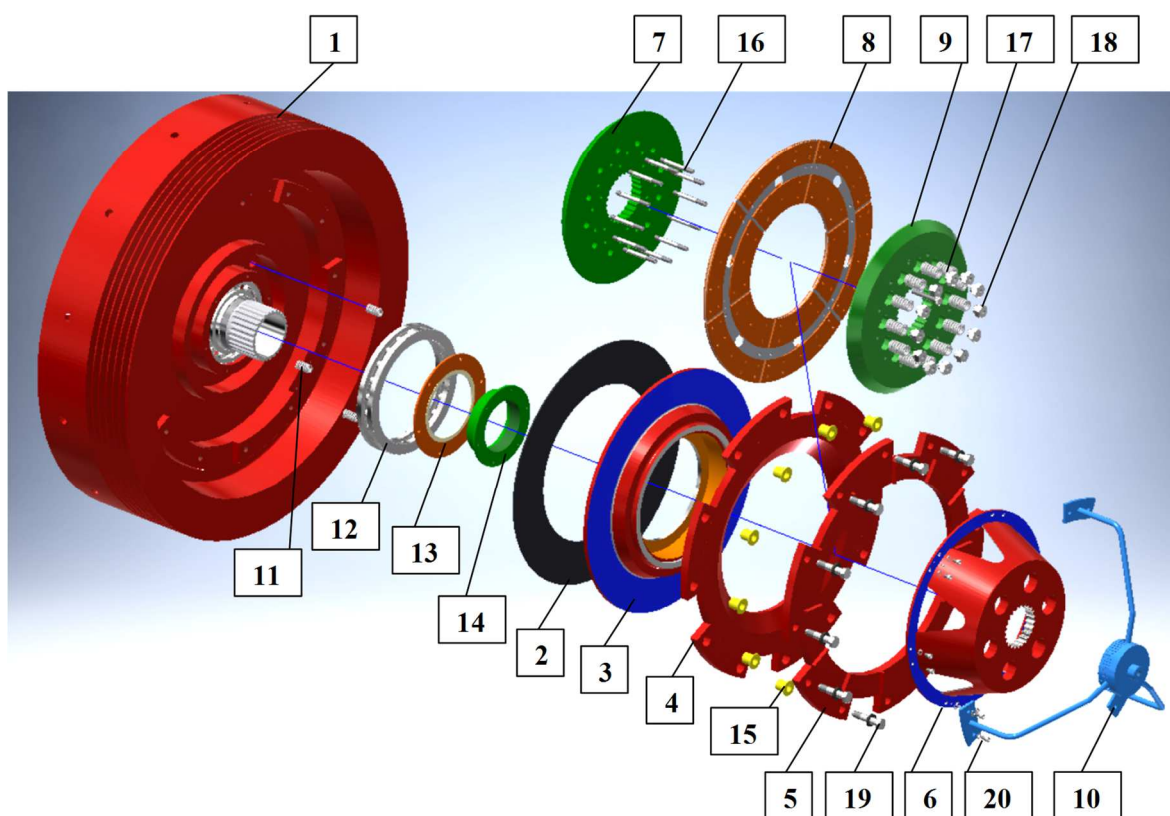


Obr. 26 Montáž setrvačníku [10]

1 – setrvačník; 2 – ocelové pouzdro; 3 – víko setrvačníku

Pro další montáž spojky setrvačnick (1) otočíme a provedeme montáž víka (13;14) ocelového pouzdra. Usadíme do otvoru setrvačnicku pryžovou membránu (2) a tlačné pružiny (11). Následně na membránu a pružiny položíme píst (3). Lehce namažeme píst a namontujeme axiální ložisko (12). Na pevný brzdový kotouč (7) namontujeme stavěcí šrouby (16), poté kotouč nasuneme na drážky ocelového pouzdra a šrouby připevníme na pevné vymežovací pouzdro (14). Do tělesa setrvačnicku usadíme tlačný kotouč (4) tak, aby otvory pro rozpěrná pouzdra (15) byly v ose se závity a třecí plocha směřovala směrem od setrvačnicku. Následně na tlačný kotouč ustavíme lamelu s obložením (8). Vnitřní obložení slouží k zastavení beranu a vnější obložení přenáší točivý moment a uvádí do pohybu výstředníkovou hřídel. Dále pohyblivý brzdový kotouč (9) nasuneme na drážky ocelového pouzdra a stavěcí šrouby (16). Do otvoru ocelového pouzdra vložíme přípravek pro montáž, který slouží pro ustavení ocelového pouzdra s kotoučem do roviny. Na stavěcí šrouby (16) brzdného kotouče (7) nasuneme vratné (brzdné) pružiny (17) a pomocí osazené matice (18) vytvoříme vratný (brzdný) tlak. Do pohyblivého brzdného kotouče (9) našroubujeme odtlačné šrouby s podložkou, které slouží pro seřízení brzdy. Rozpěrná pouzdra (15) vložíme do otvorů tlačné lamely (4) a ustavíme na pouzdra opěrnou lamelu (5) třecí plochou k obložení. Poté přes otvory a rozpěrná pouzdra spojíme šrouby (19) lamelu se setrvačnickem a zajistíme podložkou s jazýčkem. Následně provedeme montáž

kotouče (6), který nasuneme na montážní přípravek; šrouby a kolíky spojíme kotouč s lamelou (8). Na setrvačnick (1) šrouby připevníme trojramenné větvení spojky s rotačním přívodem (10), který slouží pro přívod tlakového vzduchu. Po ustavení lamely s obložením a seřízení brzdy demontujeme montážní přípravek. Uvážeme spojku s brzdou na jeřáb a nasuneme na pastorkovou hřídel. Ustavíme ocelové pouzdro do otvoru pastorkové hřídele a šrouby připevníme na rám lisu. Ocelové pouzdro spojky vymezuje axiální vůli pastorkové hřídele. Uvolníme vazací prostředky a odepneme z jeřábu.



Obr. 27 Montáž spojky/brzdy [10]

1 – Setrvačnick; 2 – Membrána; 3 – Píst; 4 – Tlačná lamela; 5 – Pevná lamela; 6 – Kotouč; 7 – Pevný brzdňý kotouč; 8 – Lamela s obložením; 9 – Brzdňý kotouč; 10 – Trojramenný přívod vzduchu; 11 – Pružina; 12 – Axiální ložisko 51172; 13 – Víko; 14 – Pevné vymezovací víko; 15 – Rozpěnné pouzdro; 16 – Stavěcí šroub; 17 – Brzdňá pružina; 18 – Matka; 19 - 20 – Šroub s podložkou;

### 7.1.8 Montáž rozvodu vzduchu

Lis je vybaven pneumatickým systémem, který ovládá spojku s brzdou, vyvažovací válce beranu a centrální mazací systém. Zařízení ovládané tlakovým vzduchem pro správnou funkci potřebuje patřičně upravený vzduch s minimálním tlakem 0,45 – 0,5 MPa. Při poklesu předepsaného tlaku tlakový snímač přeruší chod stroje a ohlásí poruchu.



Obr. 28 Díly pro rozvod vzduchu [10]

Nastavení tlaku se provádí redukčním ventilem a aktuální tlak můžeme sledovat na manometru, který je součástí redukčního ventilu. Pro montáž pneumatického systému byla oslovena externí firma, která vypracovala výkresovou dokumentaci viz. příloha a dodala díly pro montáž systému viz. obr. 28.

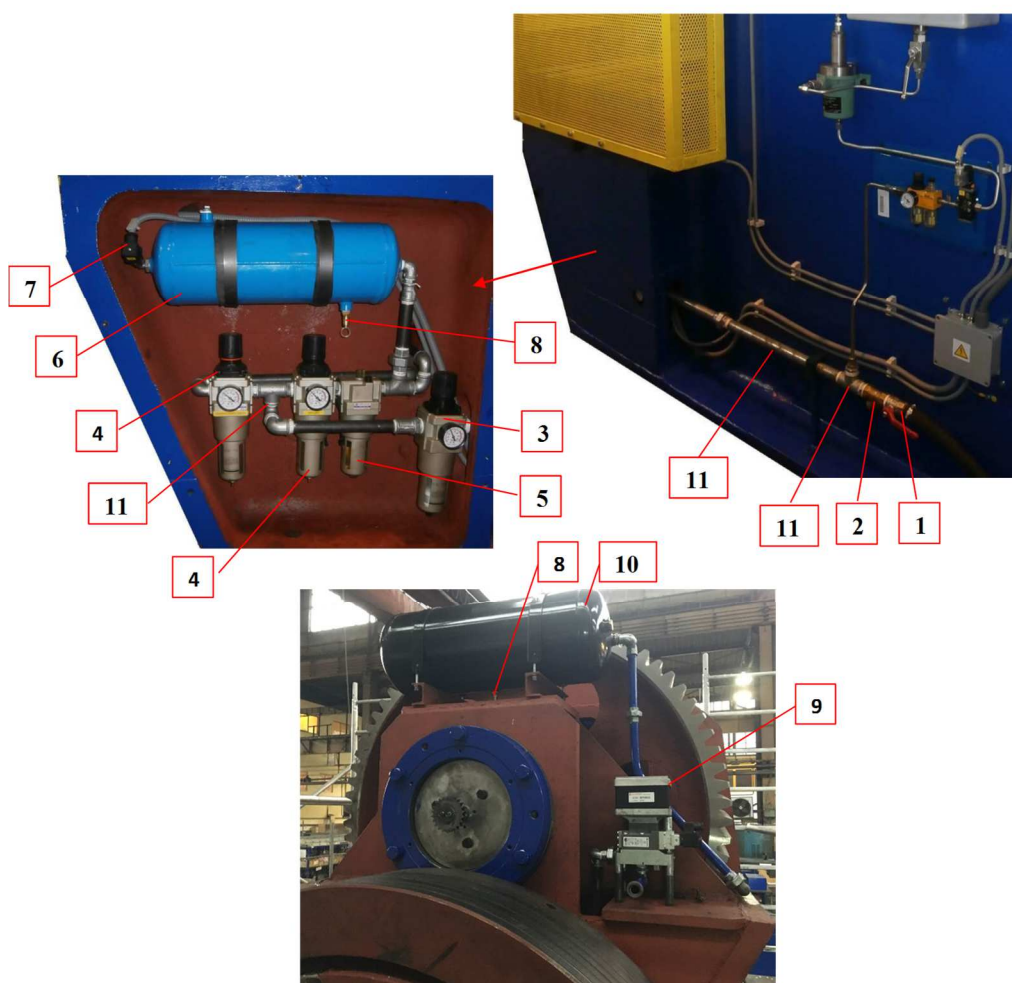
Montáž pneumatického systému dle vytvořeného schématu provádíme na pravé straně stojanu lisu z čelního pohledu. Upevníme uzavírací kohout (1) se šroubením na rám lisu pro přívod vzduchu. Za uzavíracím kohoutem (1) namontujeme vstupní filtr (2), T-kus (12), kterým vytvoříme větev pro systém mazání. Poté ocelovou trubkou (12) propojíme vstupní filtr (2) s redukčním ventilem (3). Redukční ventil (3) je vybaven manometrem, odkalovačem a slouží pro úpravu vstupního tlaku vzduchu. Pod pracovním stolem na pravé straně rámu lisu vytvoříme dva okruhy rozvodu vzduchu. Větev pro spojku / brzdu a větev pro vyvažovací válce beranu. V prostoru pod pracovním stolem na vstupní redukční ventil (3) napojíme ocelovou trubku (12), šroubení T-kus (12) a vytvoříme zmiňované dva okruhy. Větev pro přívod vzduchu do spojky je tvořena redukčním ventilem (4) pro úpravu vzduchu, olejovou maznicí (5) pro přimazávání vzduchu olejovou mlhou a vzdušníkem (6), který slouží pro pokrytí špiček v odběru vzduchu. Na těleso vzdušníku namontujeme pojistný ventil (8), který v případě překročení maximálního povoleného tlaku vypustí přebytečný tlakový vzduch do okolí. Pojistný ventil (8) umožňuje zároveň i vypuštění kondenzátu z tělesa vzdušníku. V horní části vzdušníku namontujeme tlakový snímač (7), který při poklesu tlaku zastaví lis a hlásí poruchu. Díly pro přívod vzduchu zabudujeme do prostoru pod stolem a trubkovým rozvodem (12) propojíme s bezpečnostním elektropneumatickým ventilem Herion (10), který přivádí tlakový vzduch přes rotační přívod s membránou do spojky. Větev rozvodu vzduchu pro vyvažovací válce se skládá z redukčního ventilu (4) s manometrem a ze vzdušníku. Redukční ventil (4) propojíme na T-kus (12) pod pracovním stolem a upravené ocelové trubky (12) vedeme vnitřním prostorem lisu do horní části, kde dojde k propojení se vzdušníkem (11).



Na vzdušník (11) připevníme pojistný ventil (8), který v případě překročení maximálního povoleného tlaku vypustí přebytečný tlak do okolí. Pojistný ventil (8) umožňuje zároveň i vypuštění kondenzátu z tělesa vzdušníku. Vzdušník (11) slouží jako akumulátor tlaku a zároveň k eliminování tlakových špiček. Od vzdušníku (11) vedeme rozvod v ocelových trubkách (12) do vyvažovacích válců.

Tab. 2 Seznam použitých dílů a umístění [10]

| Označení v postupu | Název                                                     | Označení ve schématu | ks   |
|--------------------|-----------------------------------------------------------|----------------------|------|
| 1                  | Kulový ventil FM 1"                                       | 1                    | 1    |
| 2                  | Filtr úhlový 1"                                           | 1                    | 1    |
| 3                  | Redukční ventil + manometr + filtr PMACP500-20A-BSP 3/4"  | 3                    | 1    |
| 4                  | Redukční ventil + manometr + filtr PMAFR 500-20A-BSP 3/4" | 4a; 4b               | 2    |
| 5                  | Maznice PMAL500-20A-BSP 3/4"                              | 13                   | 1    |
| 6                  | Vzdušník 10 dm <sup>3</sup>                               | 9a                   | 1    |
| 7                  | Tlakový spínač NPS 3121232                                | 12                   | 1    |
| 8                  | Pojistný ventil (1/4"), 8bar                              | 10a                  | 2    |
| 9                  | Ventil XSz 32 Herion                                      | 14                   | 1    |
| 10                 | Vzdušník 40l                                              | 9b                   | 1    |
| 11                 | Ocelové trubky + šroubení                                 |                      | sada |



Obr. 29 Umístění pneumatického systému [10]

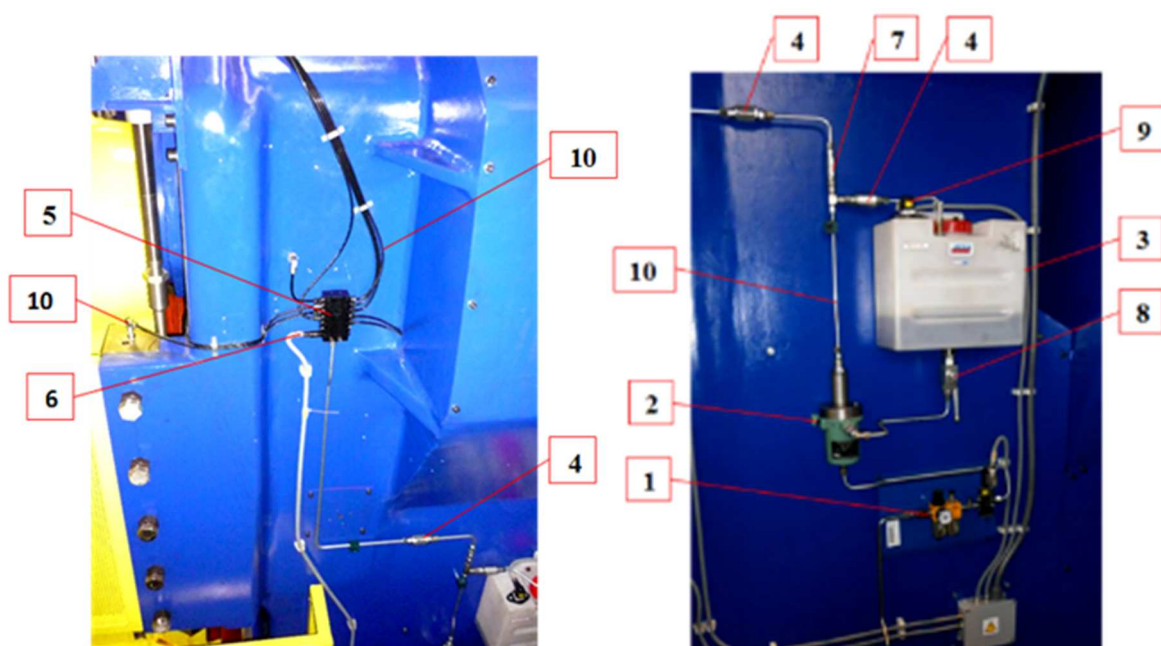
### 7.1.9 Montáž centrálního mazání

Mazání je velmi důležitou součástí zařízení a má velký význam pro provoz, životnost a spolehlivost stroje. Vodicí plochy a kluzná ložiska jsou mazané olejem pomocí centrálního systému a valivá ložiska mažeme manuálně dle mazacího plánu tukem. Konstrukčně je mazání lisu řešeno jako ztrátové. Použité mazivo stéká do sběrných van a při naplnění těchto nádob musí obsluha lisu nádoby vyprázdnit



Obr. 30 Díly pro rozvod mazání [10]

a olej ekologicky zlikvidovat. Pro montáž centrálního mazání byla oslovena externí firma, která vypracovala výkresovou dokumentaci (schéma) viz. příloha a dodala díly pro montáž mazání viz. obr. 30. Před rekonstrukcí bylo přivedeno olejové mazání i k vyvažovacím válcům. Avšak v našem případě při použití vyvažovacích válců FESTO mazání není nutné, postačuje olejová mlha obsažená ve stlačeném vzduchu.



Obr. 31 Rozmístění prvků mazání na stroji [10]

Montáž mazacího systému dle výkresové dokumentace provedeme na pravou stranu stojanu lisu z čelního pohledu. Odměříme a označíme otvory externího zásobníku (3) oleje (nádrže). Následně odvrtáme otvory a vyřežeme závity. Poté nádrž (3) centrálního mazání ustavíme a namontujeme na rám lisu. Součástí nádrže je hladinoměr (9), který kontroluje množství maziva. V případě nedostatku maziva signalizuje kontrolka poruchu.

Následně ustavíme a odměříme panel s jednotkou pro úpravu vzduchu (1). Zhotovíme otvory se závitem a přišroubujeme panel pro úpravu vzduchu (1). Odměříme, odvrtáme otvory a vyřežeme závity pro pneumatické čerpadlo (2) a připevníme čerpadlo na rám lisu. Stejným způsobem připevníme na rám lisu progresivní rozdělovač (5) s dávkovači. Pro propojení mazacích dílů jsme zvolili ocelové a plastové trubky (10) DN 6 mm. Ocelové trubky (10) si odměříme a tvarově upravíme. Poté postupně napojíme díly centrálního mazání pomocí šroubení s prstýnkem. Ocelovou trubku napojíme na rozvod vzduchu a jednotku úpravy vzduchu (1). Z elektromagnetického ventilu vedeme trubku na mazací čerpadlo (2), které je ovládané stlačeným vzduchem. Následně trubkou přes kulový ventil (8) napojíme čerpadlo (2) k nádrži na olej. Centrální pneumatické čerpadlo (3) má jeden mazací výstup, který propojíme ocelovou trubkou (10) s progresivním rozdělovačem (5). Mezi progresivním rozdělovačem a čerpadlem vytvoříme zpětnou větev se škrťacím ventilem (4) a zpětným ventilem (7) do nádrže (3). Rozváděcí kostka progresivních rozdělovačů (5) je vybavena indukčním snímačem, který dá signál do systému PLC po provedení mazacího cyklu. Od progresivního rozdělovače (5) vedeme k mazacím místům mazivo v plastových trubkách (10). Každý vývod z rozdělovače má určené mazací místo s konkrétním množstvím dodávaného maziva viz tab. 2. Množství maziva je možno nastavit volbou dávkovačů a délkou mazacího cyklu.

Tab. 3 Seznam mazaných míst centrálním mazacím systémem [6]

| Název mazaného místa                   | Množství maziva na<br>1 zdvih dávkovače<br>[mm <sup>3</sup> / zdvih dávkovače] | Celkem<br>mazaných míst |
|----------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|
| Ojnice                                 | 160                                                                            | 2                       |
| Pravá zadní lišta                      | 60                                                                             | 1                       |
| Pravá boční lišta                      | 60                                                                             | 1                       |
| Levá zadní lišta                       | 60                                                                             | 1                       |
| Levá boční lišta                       | 60                                                                             | 1                       |
| Zadní ložisko výstředníkového hřídele  | 100                                                                            | 2                       |
| Přední ložisko výstředníkového hřídele | 160                                                                            | 2                       |



Tab. 4 Použité díly a umístění na stroji [10]

| Označení | Název                                     | ks   |
|----------|-------------------------------------------|------|
| 1        | Jednotka úpravy vzduchu                   | 1    |
| 2        | Pneumatické čerpadlo CENTROMATIC          | 1    |
| 3        | Externí zásobník oleje – 13 l             | 1    |
| 4        | Škrticí ventil VRF/E ¼“                   | 2    |
| 5        | Progresivní rozdělovač + dávkovací šrouby | 1    |
| 6        | Indukční snímač pohybu pístků rozdělovače | 1    |
| 7        | zpětný ventil ATR ¼“                      | 1    |
| 8        | Kulový ventil BKH 2/2 ½“                  | 1    |
| 9        | Hladinoměr                                | 1    |
| 10       | Trubka ocelová, plastová, šroubení        | sada |

### 7.1.10 Montáž pohonu

Očištěný a natřený podstavec pod motor (konzolu) připevníme šrouby na U profil v zadní části stojanu lisu. Drážky v konzole nám umožňují správné ustavení motoru a napnutí řemenů. Hřídel motoru lehce namažeme a vložíme do drážky pero. Následně namontujeme řemenici, kterou zajistíme pojistnou podložkou. Motor uvážeme na traverzu jeřábu a vložíme do tělesa stojanu lisu na konzolu, poté šrouby přichytíme motor s konzolou. Motor s řemenicí ustavíme pomocí ocelového pravítka a přitáhneme všechny základové šrouby motoru. Pro montáž řemenů zvedneme motor na svislých drážkách konzoly napínacími šrouby do horní polohy tak, aby řemeny bylo možné nasadit na řemenici postupně a bez použití síly. Poté řemeny začneme napínat napínacími šrouby pohybem konzoly na svislých drážkách. Po dosažení napnutí řemenu provedeme aretaci napínacích šroubů a přitáhneme konzolu. Po úspěšném dokončení montáže zkontrolujeme ustavení motoru. Pro kontrolu a konečné ustavení řemenic použijeme laserový přístroj FAG Top-Laser SMARTY2. Přístroj je vybaven magnetem pro snadnou montáž na řemenici a pomocí laserového paprsku na příjmač zjistíme správnost ustavení.

### 7.1.11 Montáž vačkového spínače a řetězového pohonu

Vačkový spínač slouží jako ovládací mechanismus lisu, elektropneumatického ventilu Herion a mazacího systému. Před montáží programovatelného vačkového spínače byly provedeny přípravné práce a to výroba řetězových kol a úprava čepu. Upravený čep lehce namažeme a do drážky vložíme pero. Poté nalisujeme ozubená kola na čep a zajistíme segerovou (hřídelovou) pojistkou. Následně čep našroubujeme na výstředníkovou hřídel a zajistíme proti samovolnému povolení. Na pravou stranu lisu umístíme podstavnou desku pro vačkový spínač. Výstupní hřídel vačkového spínače namažeme a provedeme montáž řetězových kol, které zajistíme pojistnou podložkou. Vačkový spínač s řetězovými koly šrouby přichytíme na podstavec, poté pomocí ocelového pravítka ustavíme do osy ozubené kola a přitáhneme spínač. Na řetězová kola nasadíme řetězy a spojíme řetězovou spojkou. Napínání řetězů se provádí pohybem podstavnou deskou.



Obr. 32 Programový vačkový spínač [10]

### 7.1.12 Montáž ochranných krytů a bezpečnostních prvků

Ochranné kryty se montují na rotující a pohyblivé části strojů za účelem zabránit styku osobám s rotujícími a pohyblivými částmi zařízení. Kryty taktéž slouží k zamezení nežádoucímu vniknutí předmětů (materiálu). Tím zvyšuje bezpečnost pracovníků a chráníme stroj před poškozením. Kryty můžou sloužit ke snížení hluku, vibrací, zamezit odletujícím částem (třísky, odstřížky, úlomky při havárii) a nebezpečným látkám v úniku mimo pracovní prostor a chránit před zářením při svařování atd. Ochranné kryty mají chránit stroj a okolí, zároveň nesmí být zdrojem nebezpečí. Požadavky na konstrukci ochranných krytů jsou uvedené v normě ČSN EN ISO 12100-2. [9]

Ochranné kryty mohou být doplněny, nebo nahrazeny elektronickým ochranným zařízením, které je schopno dostatečně rychle vypnout stroj v případě narušení chráněného prostoru. Takové zařízení ve formě světelné závory bylo nainstalováno do prostoru mezi pracovním prostorem a obsluhou. Ochranné snímací zařízení se instaluje v pracovním prostoru stroje. Přímo na rám stroje nebo na ochranné kryty a jsou propojeny s řídicím systémem. Chrání pracovní prostor proti nežádoucímu vniknutí části těla a materiálu. Při volbě ochranného snímacího zařízení, založeného na detekční funkci, je třeba brát v úvahu, že nejsou všechny ochranné snímací zařízení vhodné pro bezpečný provoz stroje. Kritéria určující nejvhodnější volbu ochranného zařízení jsou popsány v normě ČSN EN ISO 12100-2 čl 5.2.5. [9]

Před montáží nalepíme na vnitřní stranu krytů mirelon (tepelně a zvukově izolační materiál) krytý hliníkovou fólií pro snížení hluku. Poté provedeme montáž krytu ozubeného kola v horní části lisu pomocí šroubů s podložkou. Kryt má otvor pro mazání ozubení, který je chráněn krytem. Následně namontujeme kryt náhonu vačkového spínače (řetězový pohon), který šrouby připevníme na ocelové pouzdro výstředníkové hřídele a podstavec snímače. Kryt řemenice motoru, náhonu klínových řemenů a setrvačníku, namontujeme na zadní část rámu lisu pomocí šroubů s podložkou. Zadní kryt setrvačníku upevníme šrouby na namontované kryty. V krytu setrvačníku je drážka, která umožňuje ruční otáčení setrvačníku. Součástí krytu pohonu jsou postranní kryty, které zamezují dotyku s rotujícími částmi lisu. Kryt beranu připevníme šrouby s podložkami na přední stranu rámu lisu. Přední část krytu beranu je možné odmontovat při přestavování pracovní výšky. Ochranné boční kryty pracovního prostoru připevníme na boční strany pracovního stolu a rám lisu pomocí šroubů s podložkou. Kryty zároveň slouží jako držáky světelných závor. Z čela lisu na postranní kryty připevníme doplňkový kryt (plexisklo o síle 6) pomocí

šroubů. Aby byl chráněn prostor mezi postranními kryty a krytem beranu provedeme montáž doplňkových krytů (plexisklo o síle 6) na horní část bočních krytů.

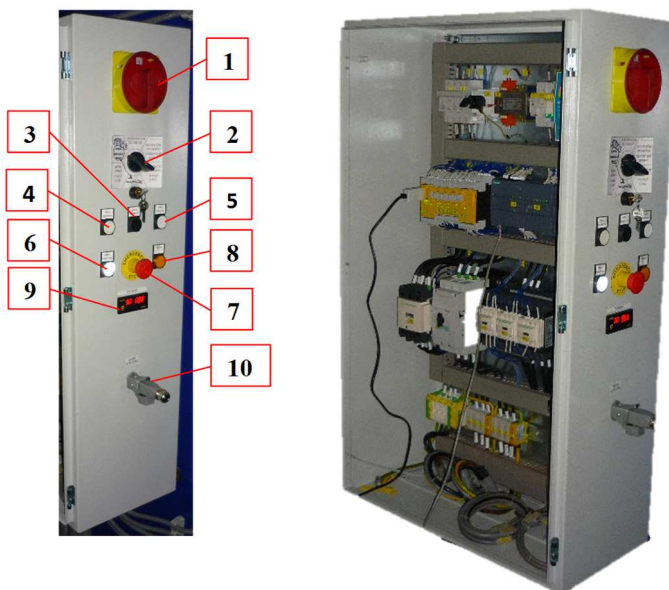
Světelnou závoru připevníme na rámy postranních krytů, které slouží jako držáky. Světelná závora zároveň zajišťuje kontrolu upevnění krytů pracovního prostoru. Nejsou-li boční kryty v ochranné poloze, světelná závora nevyšle povel a není možné spustit pracovní úkon beranu. Světelná závora musí být umístěna v minimální bezpečné vzdálenosti, která se stanoví výpočtem dle ČSN EN ISO 13855: 2010. [9]

### 7.1.13 Montáž elektro výzbroje

Před samotnou montáží elektro výzbroje na lis je nutné zhotovit rozváděč a rozmístění elektrických přístrojů na panel do rozváděče. Připravíme rozměrově DIN lišty a následně provedeme montáž DIN lišt na panel. Příprava instalačních žlabů a následná montáž na panel. Umístíme jednotlivé elektrické přístroje na DIN lišty a provedeme popis těchto elektrických přístrojů dle příslušné dokumentace. Provedeme zapojení silových částí na panelu s popisy směrem napojení silových vodičů. Následně napojíme ovládací vodiče a popíšeme směr napojení ovládacích vodičů. Po dokončení zapojování elektrických přístrojů dle dokumentace zakrytujeme instalační korýtky. Poté připravený panel namontujeme do rozvaděče. Vyvrtáme otvory do spodní části rozvaděče pro vývodky a zhotovíme otvory na boční stěně rozvaděče pro upevnění el. přístrojů. Po odvrtání všech otvorů namontujeme vývodky, elektrické přístroje a řádně označíme.

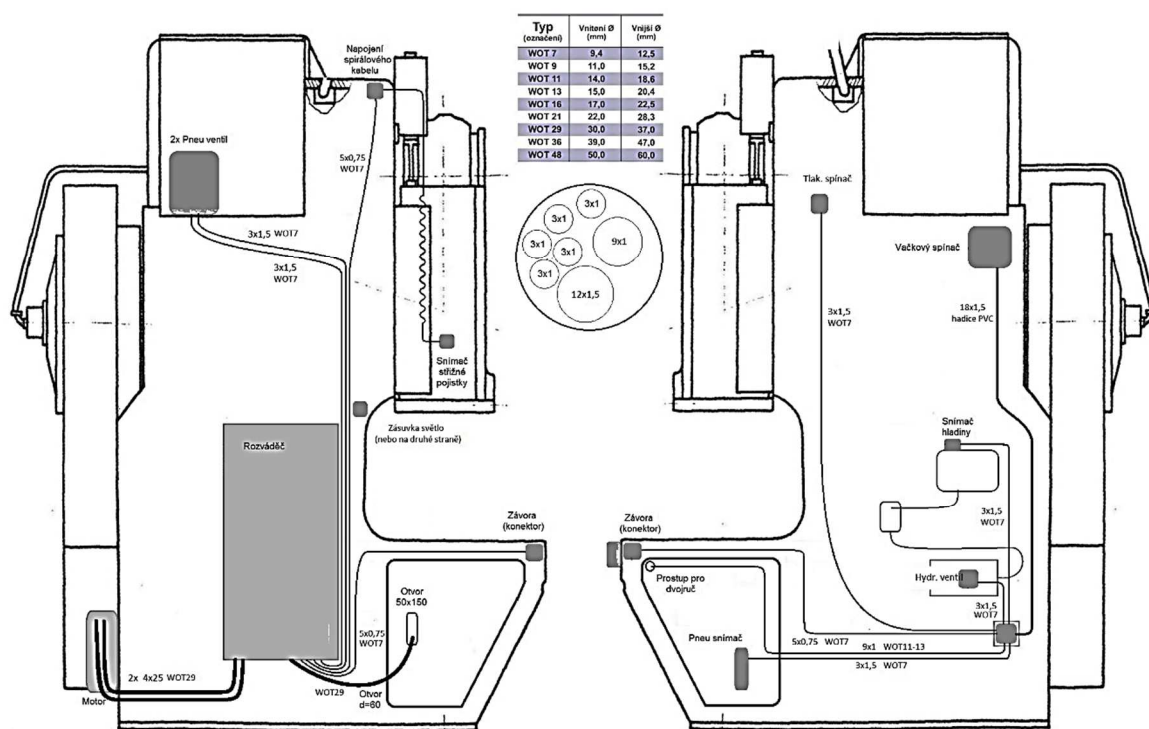
Rozmístnění ovládacích prvků:

1. Hlavní vypínač.
2. Přepínač režimů.
3. Vypnutí ovládání lisu.
4. Zapnutí ovládání lisu.
5. Ruční přimazávání.
6. Zapnutý hlavní stykač.
7. Nouzové zastavení.
8. Porucha.
9. Počítadlo zdvihu.
10. Zásuvka pro nožní spínač



Obr. 33 Rozvaděč [10]

Následně odměříme a odvrtáme otvory pro upevnění rozváděče na levé straně stojanu lisu z čelního pohledu. Ustavíme rozváděč a šrouby s podložkou připevníme k rámu lisu. Dle výkresové dokumentace na lise odměříme a označíme otvory pro příchytky (pešlovky hadice pro silové kabely), rozvodové krabice, krabice pro světelné závory, ovládací pult. Označené otvory odvrtáme a vyřežeme metrické závity a provedeme montáž těchto souborů. Natáhneme elektrické vedení do pešlovek, příchytěk a k jednotlivým elektrickým komponentům na stroji jako jsou el. ventily, snímače, bezpečnostní závora, ovládací pult, motor, až do rozváděče se vše zapojí dle příslušné dokumentace. Po zapojení hlavního přívodu oživíme a nastavíme hodnoty do PLC pro potřebné signalizace a povely pro provoz lisu.



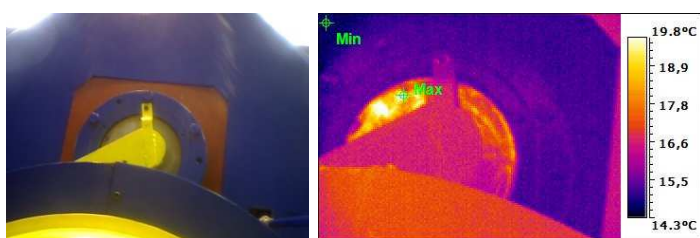
Obr. 34 Boční pohled zapojení [6]

## 8 Zkouška lisu před uvedením do provozu

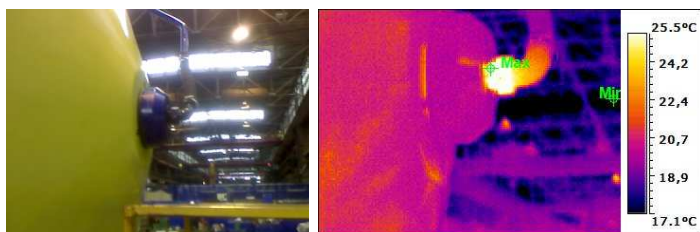
Před kontrolním spuštěním musíme promazat mazaná místa na lise jednorázovým stisknutím tlačítka „ruční přimazávání“, které slouží k promazání stroje po delší odstávce nebo poruše. Přesvědčíme se, zda z mazacích míst vytéká olej. Před uvedením stroje do pohybu zkontrolujeme, zda všechny montované části jsou správně upevněny. Zkouškou zařízení bez zatížení ověříme funkce lisu a spolehlivou činnost PLC, vačkového spínače a IRC snímače. Správnou funkci stroje musí programátor nastavit vlastní logikou řízení stroje. Poté co je stroj systémově nastaven, proběhne kontrolní měření oteplení kluzného uložení. Zkouška bez zatížení probíhá 4 hod. a pracujeme s nastavením jednotlivých zdvihů. Během zkoušky nesmí teplota kluzných ložisek překročit 60°C. [6] Teplota brzdy nesmí překročit 110°C a maximální teplota spojky může být 80°C. [6] Teplotní zkoušku kluzného uložení jsme provedli termokamerou při provozu stroje bez zatížení. Měření bylo opakováno 10 krát na kluzném uložení ojnice, výstředníkové hřídeli a rotačním přívodu vzduchu do brzdy/spojky. Teplotní měření kluzného uložení neprokázalo překročení maximální dovolené teploty. **Kluzné uložení vyhovuje.**



Obr. 35 Měření teploty kluzného uložení ojnice [10]



Obr. 36 Měření teploty kluzného uložení hřídele [10]



Obr. 37 Měření teploty rotačního přívodu vzduchu [10]

## **Měření bezpečnostních parametrů (doběh beranu, bezpečná vzdálenost)**

Z důvodu zajištění bezpečnosti pracovníků jsou na lise umístěné kryty a pracovní prostor je zabezpečen světelnou závorou, které má zabránit neočekávanému styku s pohyblivou částí lisu. Při narušení hlídaného prostoru světelná závora vyšle povel pro zastavení pohybu beranu lisu tak, aby nedošlo k úrazu nebo poškození stroje. Proto musí být světelná závora umístěná v bezpečné vzdálenosti, kterou lze stanovit výpočtem dle ČSN EN ISO 13855: 2010 na základě doběhu beranu. Měření bezpečné vzdálenosti proběhlo externí firmou u majitele zařízení.

### **Průběh měření**

Měření proběhlo opakovaně 10–krát, čas a dráha doběhu beranu byly měřeny při maximální rychlosti beranu, což je z hlediska brzdných parametrů nejnepříznivější stav. Nejistota měření je dána součinem standardní nejistoty měření a koeficientu  $k = 2$ , což odpovídá pravděpodobnosti pokrytí cca 95 % (pro normální rozdělení). V tabulce jsou uvedené naměřené hodnoty a vypočtená minimální bezpečná vzdálenost ovládacích tlačítek od nebezpečného prostoru.

### **Použitá měřidla a přístroje:**

- Stop Time Meter Safety Man Delta T V4.38,
- senzor polohy beranu Man Delta T V4.38,
- aktivátor dvouručního spouštění Man Delta T V4.38,
- pomocné měřidlo: svinovací metr Johny 3 m.

**Obecný vzorec pro vypočítání minimální bezpečné vzdálenosti:**

$$S = (K \cdot T) + C \text{ [mm]} \quad [9]$$

Tab. 5 Použité symboly při měření [8]

| Označení | Jednotka              | Popis                                                                                                                                                                      |
|----------|-----------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| T        | [s]                   | Brzdný čas, tj. celkový čas doběhu systému (celková doba nutná k zastavení systému). Jedná se o čas, který uplyne od povelu pro zastavení do skončení nebezpečného pohybu. |
| sd       | [mm]                  | Brzdná dráha (dráha doběhu). Jedná se o vzdálenost, kterou vykoná pohyblivá část stroje během brzdného času.                                                               |
| S        | [mm]                  | Vypočtená minimální bezpečná vzdálenost ovládacích tlačítek od nebezpečného prostoru.                                                                                      |
| K        | [mm·s <sup>-1</sup> ] | Rychlost přibližování těla nebo částí těla.                                                                                                                                |
| C        | [mm]                  | Přídavná vzdálenost, založená na vnikání do nebezpečného prostoru před uvedením ochranného zařízení do činnosti.                                                           |

Tab. 6 Průběh testu [10]

| měření | sd [mm] | T [s] | S [mm] |
|--------|---------|-------|--------|
| 1      | 26      | 0,078 | 182    |
| 2      | 26      | 0,078 | 182    |
| 3      | 23      | 0,067 | 160    |
| 4      | 25      | 0,073 | 172    |
| 5      | 27      | 0,079 | 184    |
| 6      | 23      | 0,067 | 160    |
| 7      | 27      | 0,079 | 184    |
| 8      | 27      | 0,08  | 186    |
| 9      | 27      | 0,079 | 184    |
| 10     | 24      | 0,072 | 170    |



### Naměřené hodnoty: [8]

|                                            |                                 |
|--------------------------------------------|---------------------------------|
| · Pozice startu měření                     | $z = 79$ [mm]                   |
| · Brzdná rychlost                          | $v = 347$ [mm·s <sup>-1</sup> ] |
| · Maximální naměřená hodnota brzdného času | $T = 0,08$ [s]                  |
| · Maximální naměřená hodnota brzdné dráhy  | $s_d = 27$ [mm]                 |

### Výsledek testu:

Vypočtená minimální bezpečná vzdálenost světelné závory..... st = 186 mm

Umístění měřeného zařízení.....196 mm

Měření bylo provedeno na stroji, jehož parametry byly nastaveny zadavatelem. Bezpečnostní zařízení, které bylo testováno (pult dvouručního spouštění, nebo bezpečnostní světelná závora) nesmí být umístěno blíže k nebezpečnému prostoru než je vypočtená minimální bezpečná vzdálenost. Umístění bezpečnostní závory na lisu **vyhovuje**.



Obr. 38 Bezpečnostní světelná závora [10]

## 9 Převoz lisu

Po odzkoušení lisu se stroj připraví na přepravu k dodavateli. Části stroje, podléhající povětrnostním vlivům, jsou nakonzervované nebo chráněné ochranným nátěrem. Kluzné plochy stojanu a ostatních dílců jsou obaleny a tím chráněny proti možnému poškrábání při přepravě. Za bezpečné upevnění stroje na nákladovou plochu automobilu je zodpovědný řidič nákladního automobilu



Obr. 39 Převoz lisu [10]

## 10 Základní technické údaje lisu

Tab. 7 Identifikační data stroje [6]

|                                           |                                              |
|-------------------------------------------|----------------------------------------------|
| Druh stroje                               | jednostojanový excentrický lis               |
| Typ                                       | LE 400C                                      |
| Výrobní číslo                             | 23349                                        |
| Rok výroby                                | 1981                                         |
| Rok generální opravy a modernizace        | 2017                                         |
| Původní výrobce                           | Závody těžkého strojárstva Košice, Slovensko |
| Zhotovitel generální opravy a modernizace | VÍTKOVICE MECHANIKA a.s.                     |

| Parametry                            | Hodnota               |
|--------------------------------------|-----------------------|
| Jmenovitá síla                       | 4000 kN               |
| Zdvih beranu                         | 30–160 mm             |
| Počet zdvihů                         | 40 min <sup>-1</sup>  |
| Počet využitelných zdvihů            | 20 min <sup>-1</sup>  |
| Maximální vzdálenost beranu od stolu | 630 mm                |
| Přestavení beranu                    | 120 mm                |
| Vyložení                             | 450 mm                |
| Pracovní plocha beranu               | 950 x 560 mm          |
| Upínací otvor v beranu               | Ø 65H8 x 105 mm       |
| Pracovní plocha stolu                | 1250 x 825 mm         |
| Propad ve stole                      | 630 x 380 Ø470H8 mm   |
| Pracovní plocha stolní desky         | 1250 x 895 mm         |
| Tloušťka stolní desky                | 140 mm                |
| Otvor ve stolní desce                | Ø 400 H11 /Ø370 H8 mm |
| Výkon hlavního elektromotoru         | 30 kW                 |
| Šířka lisu                           | 1550 mm               |
| Hloubka lisu                         | 2900 mm               |
| Výška lisu                           | 3360 mm               |
| Hmotnost                             | 21 000 kg             |

## 11 Vyhodnocení generální opravy

Generální oprava byla zahájena 30. 6. 2017 dle požadavku objednavatele a cenové nabídky. Plán ukončení opravy 30. 11. 2017 se nedodržel vzhledem vzniklým problémům, které nebyly součástí smlouvy a musely být projednány se zákazníkem. Odsouhlasení více práce, které nebyly předmětem opravy, posunuly termín dokončení a předání díla na 7. 12. 2017. Práce na generální opravě dala doslova „vyniknout“ všem profesím zúčastněných na opravě.

Tab. 8 Celkové zhodnocení [10]

|                                  |                     |
|----------------------------------|---------------------|
| Interní mzdové náklady           | 313 000 Kč          |
| Náhradní díly                    | 772 000 Kč          |
| Externí výkon                    | 225 000 Kč          |
| Práce nad rámec CN               | 69 000 Kč           |
| <b>Celková cena opravy</b>       | <b>1 379 000 Kč</b> |
| Pořizovací cena nefunkčního lisu | 210 000 Kč          |
| Prodejní cena                    | 2 250 000 Kč        |
| <b>Zisk</b>                      | <b>661 000 Kč</b>   |

Vzhledem na nízkou pořizovací cenu, téměř za cenu šrotu a ceně za následnou generální opravu a k prodejní ceně, je na první pohled vidět, že oprava je z ekonomického hlediska rentabilní. Cena nového lisu, odpovídajícího technickým parametrům lisu LE 400C včetně provedení se stojanem typu "C" se aktuálně pohybuje kolem 7 milionů Kč.

## 12 Závěr

Diplomová práce popisuje technologický postup generální opravy a modernizaci excentrického lisu LE 400C. Práce řeší vzniklé problémy při generální opravě a jejich následné odstranění. Zpracováním této diplomové práce jsem prokázal, že generální opravy a modernizace excentrického lisu je vhodné provádět zejména proto, že využíváme již vyrobené díly a odlitky (stojan, beran) které jsou vystárlé a nevykazují žádné rozměrové změny po obrábění. V našem případě, hlavní strojní části (rám, výstředníková hřídel, ozubený převod, spojka/brzda a beran) nejsou vážně poškozené. Na základě těchto informací bylo rozhodnuto, že oprava je ekonomicky odůvodněná. Také si myslím, že opravený a modernizovaný stroj (zařízení) bude kvalitativně stejný jako nově zakoupený stroj, neboť jeho technické parametry, které lze dosáhnout generální opravou a modernizací jsou srovnatelné s novými stroji stejných technických parametrů. Náklady na generální opravu jsou diametrálně menší nežli pořizovací cena nového stroje. Vzhledem k uvedeným skutečnostem, jednoduchosti stroje, diagnostikovatelnosti, opravitelnosti a ekonomického hlediska, generální oprava má smysl.

## **Poděkování**

Především bych rád poděkoval panu doc. Ing. Františkovi Helebrantovi, CSc., vedoucímu mé diplomové práce, za odborné vedení, cenné připomínky a praktické rady, kterými přispěl k vypracování této diplomové práce. Dále děkuji celé katedře výrobních strojů a konstruování za příjemné studijní prostředí, technické a odborné ukázky při řešení dané problematiky.

Moje poděkování si zaslouží pan Ing. Pochylý a pan Krajíček za technickou a praktickou podporu při generální opravě lisu a psaní této diplomové práce.

Rád bych také poděkoval své rodině a přátelům za podporu v průběhu celého studia.

## SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY:

- [1] POKORNÝ, Přemysl. Výrobní stroje II.: Mechanické lisy [online]. 1998 [cit. 2012-04-14]. Dostupné z: [http://www.kvs.tul.cz/download/vyrobnni\\_stroje/tvareci.pdf](http://www.kvs.tul.cz/download/vyrobnni_stroje/tvareci.pdf)
- [2] HELEBRANT, František; Technická diagnostika a spolehlivost IV. Provoz a údržba strojů, Ostrava 2007, Vysoká škola Báňská – technická univerzita Ostrava.
- [3] KŘÍŽ, Rudolf; VÁVRA Pavel; Strojírenská příručka – svazek 5
- [5] LEINVEBER, Jan; VÁVRA, Pavel; Strojnické tabulky (4. Přepřacované vydání). Úvaly, 2008, ALBRA – Pedagogické nakladatelství. 914 s.
- [6] VÍTKOVICE MECHANIKA a.s., NS 710. *Technická dokumentace*
- [7] VÍTKOVICE TESTING CENTER s.r.o. *Protokol zkoušky*
- [8] PRESSMONT, s.r.o., *Protokol měření doběhu beranu*
- [9] Česká technická norma
- [10] Autor



## SEZNAM POUŽITÝCH OBRÁZKŮ:

|                                                                |    |
|----------------------------------------------------------------|----|
| Obr. 1 Lis 120 MN po GO [10].....                              | 3  |
| Obr. 2 Lis 120 MN s kovací manipulatorem [10] .....            | 4  |
| Obr. 3 Jeřáb 330t [10] .....                                   | 4  |
| Obr. 4 Uložení hřídele .....                                   | 5  |
| Obr. 5 Výstředníková hřídel [10] .....                         | 7  |
| Obr. 6 Třecí spojka s brzdou [6] .....                         | 8  |
| Obr. 7 Lis LE400C před GO [10] .....                           | 10 |
| Obr. 8 Příprava pracoviště pro opravu [10].....                | 13 |
| Obr. 9 Nesprávně ustavený elektromotor [10] .....              | 14 |
| Obr. 10 Zlomené vodicí lišty [10].....                         | 15 |
| Obr. 11 Ojnice [10] .....                                      | 16 |
| Obr. 12 Kontrolní měření ocelového pouzdra [10] .....          | 16 |
| Obr. 13 Zkouška ultrazvukem [6] .....                          | 17 |
| Obr. 14 Magnetická zkouška [6] .....                           | 18 |
| Obr. 15 Protokol o zkoušení [6] .....                          | 19 |
| Obr. 16 Rám lisu [10].....                                     | 21 |
| Obr. 17 Ocelové pouzdro před renovací a po renovaci [10] ..... | 22 |
| Obr. 18 Průběh zaškrabávání vodicích lišt [10] .....           | 23 |
| Obr. 19 Lamela s obložením [10].....                           | 23 |
| Obr. 20 Montáž pouzdra [10] .....                              | 25 |
| Obr. 21 Pastorková hřídel [10].....                            | 26 |
| Obr. 22 Upevnění ojnice .....                                  | 27 |
| Obr. 23 Montáž ojnice [10] .....                               | 28 |
| Obr. 24 Ustavení beranu [10] .....                             | 29 |
| obr. 25 Montáž ocelového pouzdra [10] .....                    | 30 |
| Obr. 26 Montáž setrvačníku [10] .....                          | 31 |
| Obr. 27 Montáž spojky/brzdy [10] .....                         | 32 |
| Obr. 28 Díly pro rozvod vzduchu [10] .....                     | 33 |
| Obr. 29 Umístění pneumatického systému [10].....               | 34 |
| Obr. 30 Díly pro rozvod mazání [10] .....                      | 35 |
| Obr. 31 Rozmístění prvků mazání na stroji [10].....            | 35 |
| Obr. 32 Programový vačkový spínač [10].....                    | 38 |
| Obr. 33 Rozvaděč [10] .....                                    | 40 |

|                                                             |    |
|-------------------------------------------------------------|----|
| Obr. 34 Boční pohled zapojení [6] .....                     | 41 |
| Obr. 35 Měření teploty kluzného uložení ojnice [10] .....   | 42 |
| Obr. 36 Měření teploty kluzného uložení hřídele [10] .....  | 42 |
| Obr. 37 Měření teploty rotačního přívodu vzduchu [10] ..... | 42 |
| Obr. 38 Bezpečnostní světelná závora [10] .....             | 45 |
| Obr. 39 Převoz lisu [10] .....                              | 46 |

## **SEZNAM TABULEK:**

|                                                                         |    |
|-------------------------------------------------------------------------|----|
| Tab. 1 Materiálové hodnoty a součinitele teplotní roztažnosti [3] ..... | 24 |
| Tab. 2 Seznam použitých dílů a umístění [10] .....                      | 34 |
| Tab. 4 Seznam mazaných míst centrálním mazacím systémem [6] .....       | 36 |
| Tab. 3 Použité díly a umístění na stroji [10] .....                     | 37 |
| Tab. 5 Použité symboly při měření [8] .....                             | 44 |
| Tab. 6 Průběh testu [10] .....                                          | 44 |
| Tab. 7 Identifikační data stroje [6] .....                              | 47 |
| Tab. 8 Celkové zhodnocení [10] .....                                    | 48 |

## **SEZNAM PŘÍLOH:**

|                                                                                        |
|----------------------------------------------------------------------------------------|
| [A] seznam platných norem a nařízení vlády vztahujících se k modernizovanému lisu. [6] |
| [B] Schéma pneumatického systému stroje. [6]                                           |
| [C] Schéma mazacího systému. [6]                                                       |
| [D] Fotodokumentace opravy. [10]                                                       |
| [E] Harmonogram opravy. [6]                                                            |
| [F] 3D Lis LE400C; [10]                                                                |
| [G] 3D Ojnice + beran. [10]                                                            |
| [H] Lis LE400C [10]                                                                    |

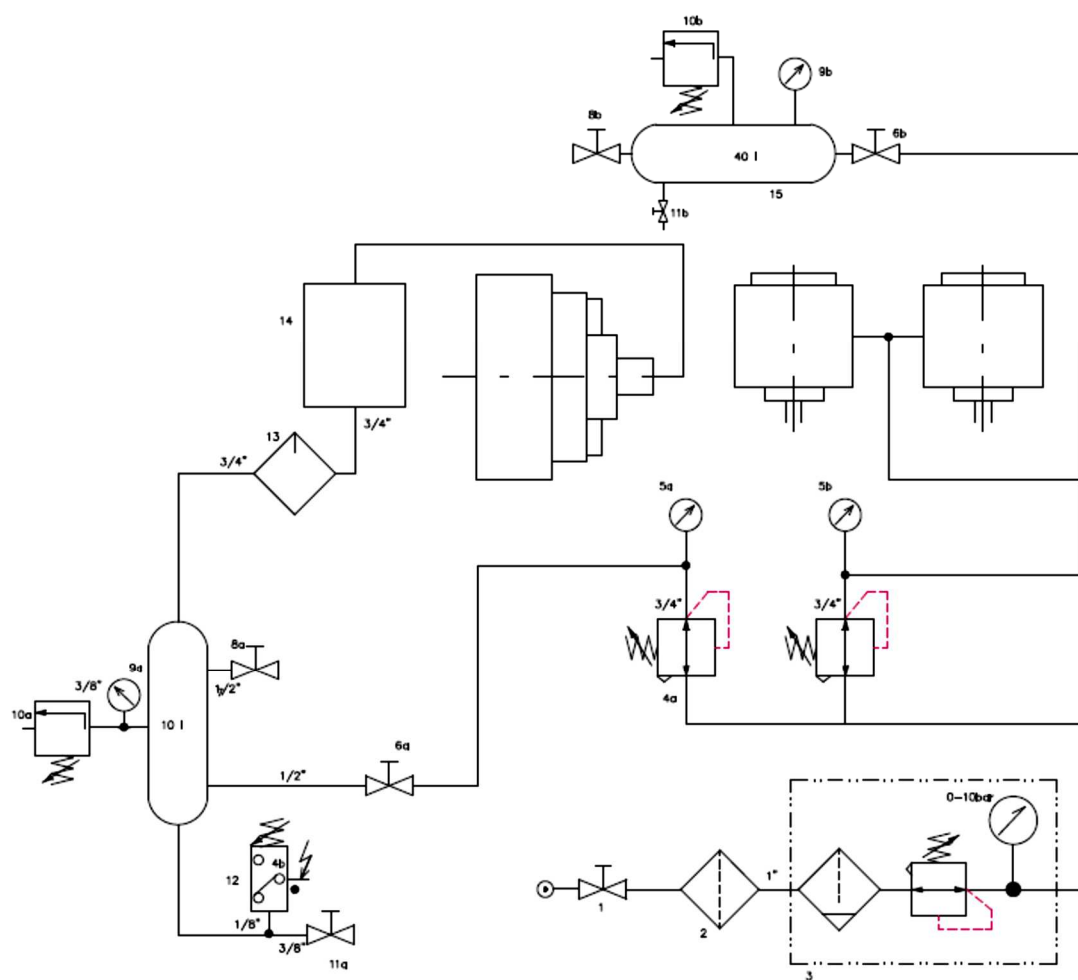
## [A] Normy a nařízení vlády [6]

|                               |                                                                                                                                                                                                                                   |
|-------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ČSN EN ISO 12100 (2011)       | Bezpečnost strojních zařízení - Všeobecné zásady pro konstrukci – Posouzení rizika a snižování rizika                                                                                                                             |
| ČSN EN ISO 13849-1 (2017)     | Bezpečnost strojních zařízení - Bezpečnostní části ovládacích systémů - Část 1: Všeobecné zásady pro konstrukci                                                                                                                   |
| ČSN EN ISO 13849-2 (2013)     | Bezpečnost strojních zařízení - Bezpečnostní části ovládacích systémů - Část 2: Ověřování                                                                                                                                         |
| ČSN EN ISO 13850 (2017)       | Bezpečnost strojních zařízení - Tlačítko nouzového vypnutí – Zásady pro konstrukci                                                                                                                                                |
| ČSN EN ISO 13855 (2010)       | Bezpečnost strojních zařízení – Umístění ochranných zařízení s ohledem na rychlosti přiblížení částí lidského těla                                                                                                                |
| ČSN EN ISO 13857 (2008)       | Bezpečnost strojních zařízení – Bezpečné vzdálenosti k zamezení dosahu k nebezpečným místům horními a dolními končetinami                                                                                                         |
| ČSN EN ISO 11202 (2010)       | Akustika - Hluk vyzařovaný stroji a zařízeními - Určování hladin emisního akustického tlaku na stanovišti obsluhy a dalších stanovených místech s použitím přibližných korekcí na prostředí                                       |
| ČSN EN ISO 4413 (2011)        | Bezpečnost strojních zařízení - Bezpečnostní požadavky na fluidní zařízení a jejich součásti - Hydraulika                                                                                                                         |
| ČSN EN ISO 4414 (2011)        | Bezpečnost strojních zařízení - Bezpečnostní požadavky na fluidní zařízení a jejich součásti - Pneumatika                                                                                                                         |
| ČSN EN 349+A1 (2008)          | Bezpečnost strojních zařízení – Nejmenší mezery k zamezení stlačení částí lidského těla                                                                                                                                           |
| ČSN EN 574+A1 (2008)          | Bezpečnost strojních zařízení – Dvouruční ovládací zařízení – Funkční hlediska – Zásady pro konstrukci                                                                                                                            |
| ČSN EN 692+A1 (2009)          | Obráběcí a tvářecí stroje - Mechanické lisy - Bezpečnost                                                                                                                                                                          |
| ČSN EN ISO 14119 (2014)       | Bezpečnost strojních zařízení – Blokovací zařízení spojená s ochrannými kryty – Zásady pro konstrukci a volbu                                                                                                                     |
| ČSN EN ISO 14120 (2017)       | Bezpečnost strojních zařízení – Ochranné kryty – Všeobecné požadavky pro konstrukci a výrobu pevných a pohyblivých ochranných krytů                                                                                               |
| ČSN EN 1037+A1 (2008)         | Bezpečnost strojních zařízení – Zamezení neočekávanému spuštění                                                                                                                                                                   |
| ČSN EN 1070 (2000)            | Bezpečnost strojních zařízení - Terminologie                                                                                                                                                                                      |
| ČSN EN 60204-1 ed. 2 (2007)   | Bezpečnost strojních zařízení – Elektrická zařízení strojů Část 1: Všeobecné požadavky                                                                                                                                            |
| ČSN EN 61508-1 ed.2 (2011)    | Funkční bezpečnost elektrických/elektronických/programovatelných elektronických systémů souvisejících s bezpečností - Část 1: Všeobecné požadavky                                                                                 |
| ČSN EN 61508-2 ed.2 (2011)    | Funkční bezpečnost elektrických/elektronických/programovatelných elektronických systémů souvisejících s bezpečností - Část 2: Požadavky na elektrické/elektronické/programovatelné elektronické systémy související s bezpečností |
| ČSN EN 61508-3 ed.2 (2011)    | Funkční bezpečnost elektrických/elektronických/programovatelných elektronických systémů souvisejících s bezpečností - Část 3: Požadavky na software                                                                               |
| ČSN EN 62061 (2005)           | Bezpečnost strojních zařízení - Funkční bezpečnost elektrických/elektronických/programovatelných elektronických řídicích systémů souvisejících s bezpečností                                                                      |
| ČSN EN 61439-1 ed. 2 (2012)   | Rozvaděče nn - Část 1: Všeobecná ustanovení                                                                                                                                                                                       |
| ČSN EN 61800-3 ed. 2 (2005)   | Systémy elektrických výkonových pohonů s nastavitelnou rychlostí - Část 3: Požadavky EMC a specifické zkušební metody                                                                                                             |
| ČSN EN 60529 (1993)           | Stupně ochrany krytem (krytí – IP kód)                                                                                                                                                                                            |
| ČSN 33 2000-4-41 ed. 2 (2007) | Elektrické instalace nízkého napětí - Část 4-41: Ochranná opatření pro zajištění bezpečnosti - Ochrana před úrazem elektrickým proudem                                                                                            |
| ČSN 33 2000-5                 | Elektrotechnické předpisy. Elektrická zařízení. Část 5: Výběr a stavba elektrických zařízení.                                                                                                                                     |

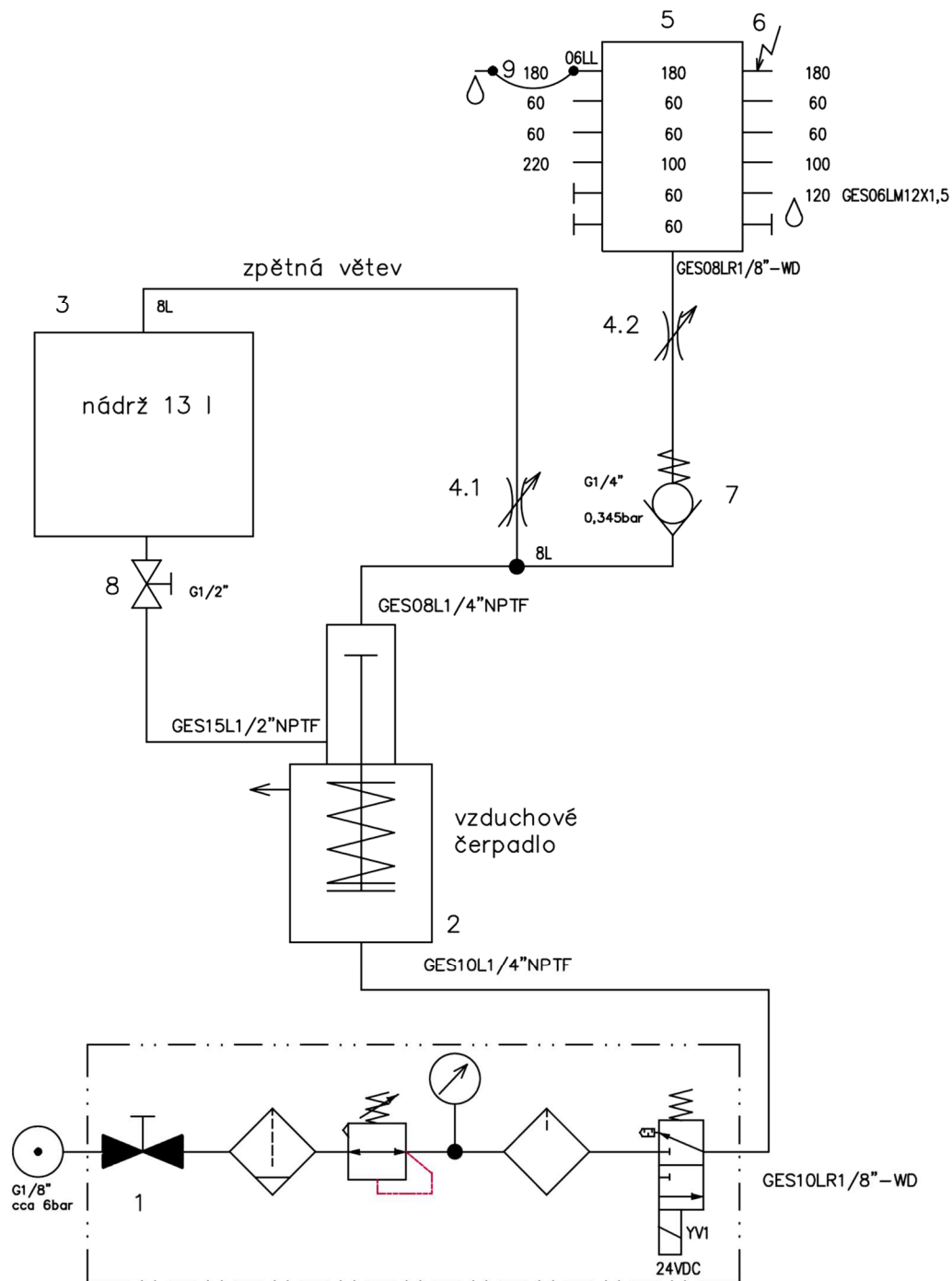
**nařízení vlády vztahujících se k modernizovanému lisu:**

- Nařízení vlády ČR č. 176/2008 Sb. - Technické požadavky na strojní zařízení (směrnice EU č.2006/42/ES)
- Nařízení vlády ČR č. 118/2016 Sb. – Technické požadavky na elektrická zařízení nízkého napětí (směrnice EU č. 2014/35/ES)
- Nařízení vlády ČR č. 117/2016 Sb. - Technické požadavky na výrobky z hlediska elektromagnetické kompatibility (směrnice EU č.2014/30/ES)

[B] Schéma pneumatického systému stroje [6]



[C] Schéma mazacího systému [6]





[D] Generální oprava lisu



Obrázek 1 Před opravou – po generální opravě [10]





Obrázek 2 Před opravou – po generální opravě [10]





Obrázek 3 Demontáž výstředníkové hřídele [10]



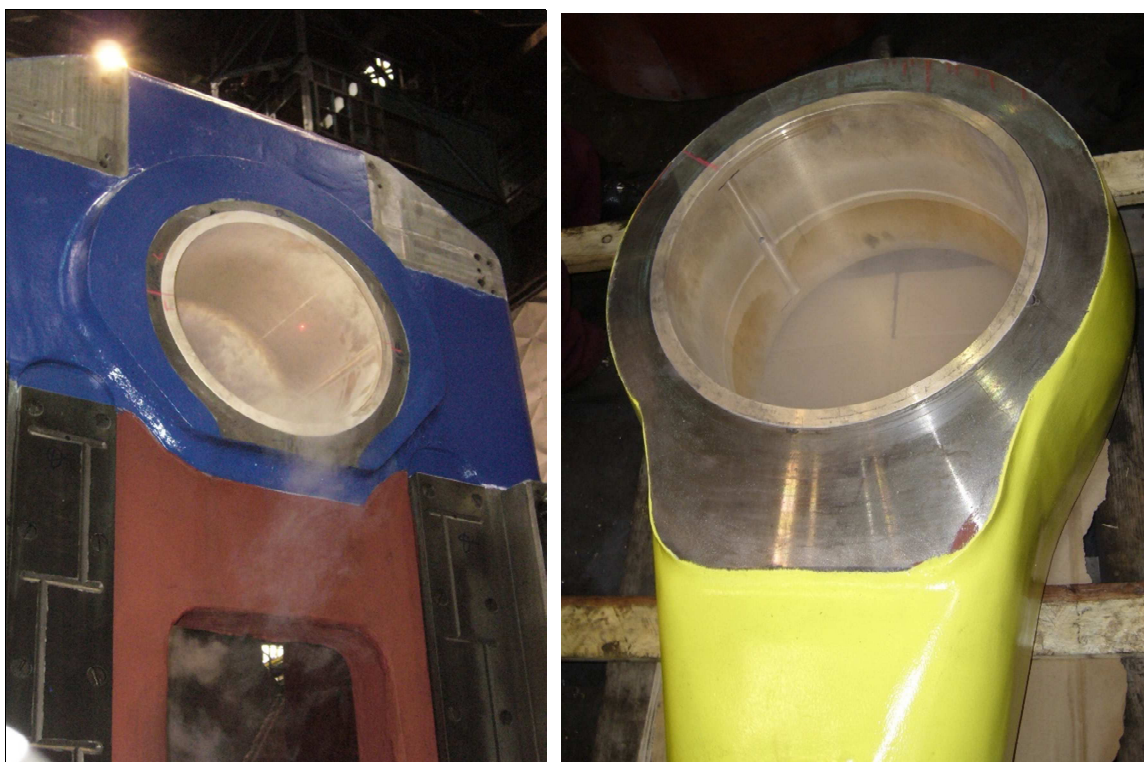
Obrázek 4 Ojnice [10]



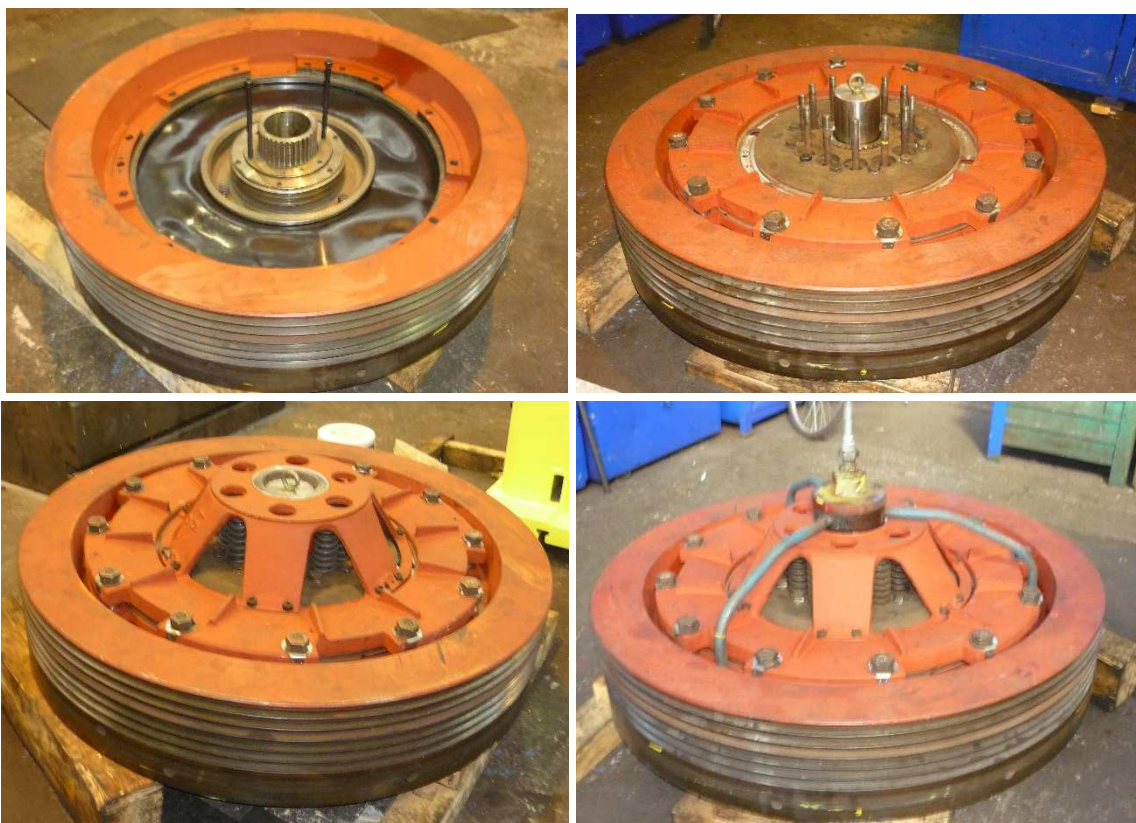
Obrázek 5 Pastorková hřídel (předloha) [10]



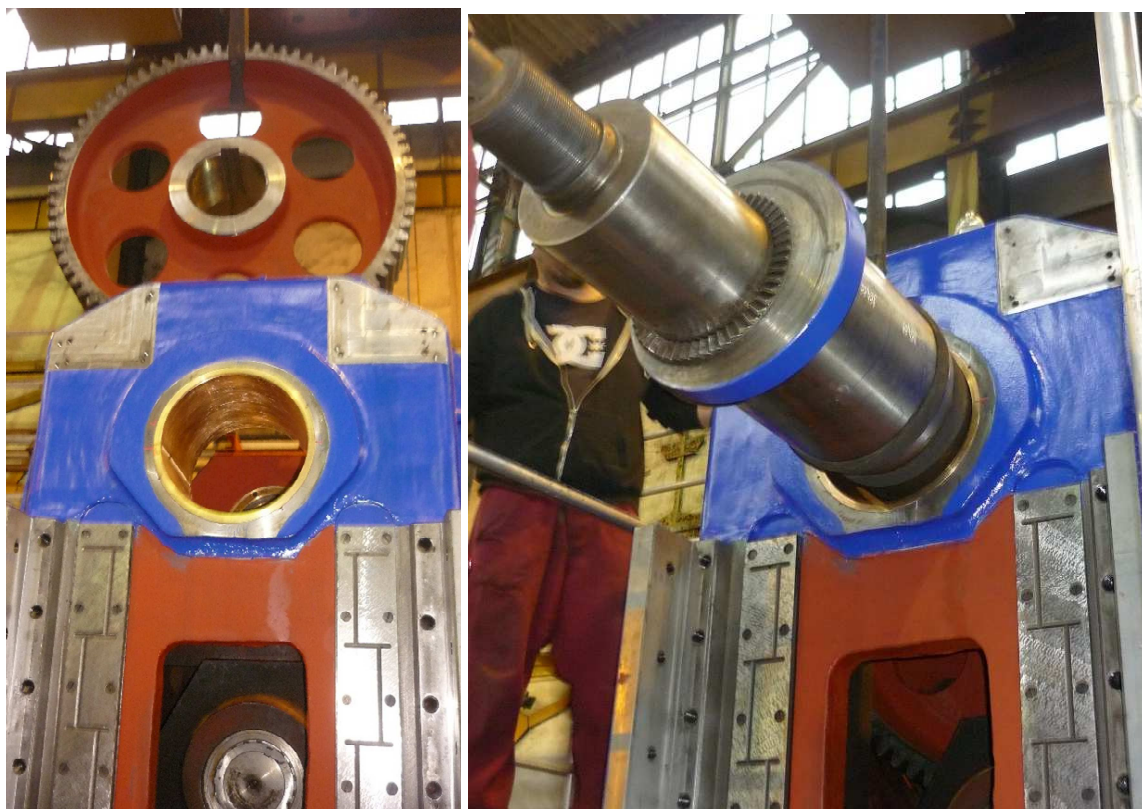
## Montáž bronzového pouzdra







Obrázek 6 Montáž spojky s brzdou pomocí montážního přípravku [10]



Obrázek 7 Montáž výstředníkové hřídele [10]